

**LAKTİK ASİT BAKTERİ VE ENZİM KARIŞIMI  
İNOKULANT İLAVESİNİN YONCA SİLAJLARINDA  
FERMANTASYON, AEROBİK STABİLİTE VE  
YEM DEĞERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Berrin OKUYUCU**

**Yüksek Lisans Tezi  
Zootekni Anabilim Dalı  
Prof. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN  
2018**

**T.C.**

**TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**LAKTİK ASİT BAKTERİ VE ENZİM KARIŞIMI İNOKULANT İLAVESİNİN  
YONCA SİLAJLARINDA FERMANTASYON, AEROBİK STABİLİTE VE YEM  
DEĞERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Berrin OKUYUCU**

**ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Prof. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN**

**TEKİRDAĞ-2018**

**Her hakkı saklıdır**

Prof. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN danışmanlığında, **Berrin OKUYUCU** tarafından hazırlanan ‘Laktik asit bakteri ve enzim karışımı inokulant ilavesinin yonca silajlarında fermantasyon, aerobik stabilite ve yem değeri üzerine etkileri’ isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Zootekni Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof. dr. Yusuf KONCA

*İmza:*

Üye : Prof. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN

*İmza:*

Üye : Prof. Dr. Fisun KOÇ

*İmza:*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU  
**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### LAKTİK ASİT BAKTERİ VE ENZİM KARIŞIMI İNOKULANT İLAVESİNİN YONCA SİLAJLARINDA FERMANTASYON, AEROBİK STABİLİTE VE YEM DEĞERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

**Berrin OKUYUCU**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Zootekni Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN

Bu çalışma, yonca silajlarına farklı düzeylerde laktik asit bakteri+enzim (LAB+E) kullanımının fermantasyon özellikleri, aerobik stabilitesi, nispi yem değerleri (NYD) ve *in vitro* organik madde sindirimi (OMS) üzerindeki etkilerinin saptanması amacıyla düzenlenmiştir. Yonca çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme ortası ve çiçeklenme sonu döneminde hasat edilmiştir. Laktik asit bakteri+enzim karışımı inokulant olarak Sil-All (Alltech, UK) kullanılmıştır. İnokulant yonca hasıllarına  $1 \times 10^5$ ,  $5 \times 10^5$  ve  $1 \times 10^6$  kob/g düzeyinde katılmıştır. Kontrol ve katkı maddeleri ile muamele edilen yonca 1 litre hacimli polietilen torbalarda silolanmıştır. Torbalar laboratuvar koşullarında  $20 \pm 2$  °C sıcaklıkta depolanmışlardır. Silolamadan sonraki 2, 4, 8 ve 45. günlerde her gruptan 3'er torba açılarak silajlarda kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Silolama döneminin sonunda açılan tüm silajlara 5 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmıştır. Ayrıca bu silajların NYD ve *in vitro* OMS saptanmıştır. Sonuç olarak, LAB+E inokulantı silajların pH, amonyak azotu içeriklerini azaltırken, laktik asit, asetik asit içerikleri ve *lactobacilli* sayısını artırmıştır ( $P < 0.01$ ). Yüksek dozda LAB+E ilavesi silajların nötr deterjanda çözünmeyen lif, asit deterjanda çözünmeyen lif ve selüloz içeriğini azaltmış, silajların NYD, *in vitro* OMS ve metabolik enerji değerlerini artırmış, buna karşın yonca silajlarında karbondioksit üretimini artırarak silajların aerobik stabilitelerini düşürmüştür ( $P > 0.001$ ).

**Anahtar kelimeler:** Yonca silajı, laktik asit bakteri+enzim inokulantı, fermantasyon, aerobik stabilite, yem değeri

2018, 81 Sayfa

## **ABSTRACT**

Master Thesis

### **THE EFFECTS OF LACTIC ACID BACTERIA AND ENZYME MIXTURE INOCULANTS ON THE FERMENTATION, AEROBIC STABILITY AND FEED VALUE OF ALFALFA SILAGE**

**Berrin OKUYUCU**

Namık Kemal University in Tekirdağ  
Graduate School of Natural and Applied Science  
Department of Animal Science

Supervisor: Prof. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN

This study was carried out to determine the effects of different doses lactic acid bacteria+ enzyme (LAB+E) inoculants on the fermentation, aerobic stability, relative feed value (RFV) and *in vitro* organic matter digestibility (OMD) characteristics of alfalfa silages. Alfalfa was harvested at the early, middle and late flowering stages. Sil-All (Alltech, UK), Sil-All (Alltech, UK) were used as LAB+E inoculants. Inoculants were applied to the silages at the rates of  $1 \times 10^5$ ,  $5 \times 10^5$  and  $1 \times 10^6$  kob/g levels. Control and additives applied alfalfa were ensiled in 1 liter capacity plastic bags. The bags were stored at  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  under the laboratory conditions. Three bags from each group were sampled for chemical and microbiological analyses 2, 4, 8 and 45<sup>th</sup> days after ensiling. At the end of the ensiling period, all silages were subjected to an aerobic stability test for 5 days. In addition, RFV and *in vitro* OMD of those silages were determined. The results showed that LAB+E inoculants reduced pH values and ammonia-nitrogen ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) content, whereas increased lactic acid, acetic acid contents and *lactobacillus* count of alfalfa silages. High doses LAB+E inoculant decreased neutral detergent fiber, acid detergent fiber and cellulose content and increased RFV and *in vitro* OMD but impaired aerobic stability of alfalfa silages.

**Key Words:** Lactic acid bacterial inoculants, silage, alfalfa, aerobic stability, *in vitro* organic matter digestibility

**2018, 81 Pages**

## TEŞEKKÜR

Lisans, Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince bana her konuda destek olup yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet Levent ÖZDÜVEN'e, göstermiş olduğu sabır ve şevkatiyle her zaman yanımda olan ilgisini eksik etmeyen Öğr. Gör. Dr. Fatma Funda ÖZDÜVEN'e, çalışmalarımnda desteklerini ve bilgilerini eksik etmeyen Sayın Prof. Dr. Fisun KOÇ'a, Sayın Prof.Dr. Yusuf KONCA'ya, Sayın Arş. Gör. Dr. Selma BÜYÜKKILIÇ BEYZİ'ye Bölüm Başkanı Sayın Prof.Dr. Muhittin ÖZDER başta olmak üzere tüm bölüm hocalarıma teşekkür eder saygılarımı sunarım.

Eğitimim boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen her anımda yanımda olan babam ve anneme, Tekirdağ ilinde ikinci ailem olan OSMANPAŐA ailesine, tez çalışmalarımnda yanımda olan ablam Seda OKUYUCU'ya ve Eda OKUYUCU USTA'ya teşekkür ederim.

**Berrin OKUYUCU**

## SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR

AA	: Asetik asit
ADF	: Asit deterjanda çözünmeyen lif
ADL	: Asit deterjanda çözünmeyen lignin
BA	: Bütirik asit
ÇB	: Çiçeklenme başlangıcı
ÇO	: Çiçeklenme ortası
ÇS	: Çiçeklenme sonu
EÇOM	: Enzimde çözünen organik madde
HK	: Ham kül
HP	: Ham protein
HS	: Ham selüloz
HSEL	: Hemiselüloz
HY	: Ham yağ
KM	: Kuru madde
KMK	: Kuru madde kaybı
KMT	: Kuru madde tüketimi
LA	: Laktik asit
LAB	: Laktik asit bakterileri
ME	: Metabolik enerji
MO	: Mikroorganizma
N	: Azot
NDF	: Nötr deterjanda çözünmeyen lif
NH <sub>3</sub> -N	: Amonyak azotu
NÖM	: Nitrojensiz öz madde
NYD	: Nispi yem değeri
°C	: Santigrat derece
OM	: Organik madde
PA	: Propiyonik asit
SÇK	: Suda çözünebilir karbonhidrat
SEL	: Selüloz
SKM	: Sindirilebilir kuru madde
TN	: Toplam nitrojen

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ÇİZELGE DİZİNİ.....	vii
ŞEKİL DİZİNİ.....	viii
<b>1.GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ .....</b>	<b>3</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM .....</b>	<b>15</b>
3.1.MATERYAL .....	15
3.1.1. Silaj Materyali .....	15
3.1.2. Silajların Hazırlanması .....	15
3.1.3. Silajlarda Kullanılan Katkı Maddeleri.....	15
3.2. YÖNTEM .....	16
3.2.1. Laboratuvar Analizlerinin Yapılması .....	16
3.2.2. Aerobik Stabiliteye İlişkin Analizler.....	18
3.3.3. Silajların Kuru Madde Kayıplarının Belirlenmesi.....	19
3.2.4. Nispi yem değeri (NYD) özellikleri .....	19
3.2.5. İSTATİKSEL ANALİZLER .....	20
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>21</b>
4.1. ARAŞTIRMA YEMLERİNİN SİLOLAMA ÖNCESİ DEĞERLERİ .....	21
4.1.1. Yonca Bitkisinin Fermantasyonuna Etki Eden Bazı Özelliklerine Ait Bulgular .	21
4.2. ARAŞTIRMA YEMLERİNİN SİLOLAMA SONRASI DEĞERLERİ.....	22
4.2.1. Yonca Silajlarının Fermantasyon Özellikleri İle İlgili Bulgular .....	22
4.2.2. Yonca Silajlarının Mikrobiyolojik Özellikleri İle İlgili Bulgular .....	38
4.2.3. Yonca Silajlarının Hücre Duvarı İle İlgili Bulgular .....	44
4.2.4. Yonca Silajlarının Nispi Yem Değeri İle İlgili Bulgular.....	53
4.2.5. Yonca Silajlarının Aerobik Stabilitate İle İlgili Bulgular.....	55
4.2.6. Yonca Silajlarının <i>İn Vitro</i> Organik Madde Sindirilebilirliği ve Metabolik Enerji Değeri İle İlgili Bulgular .....	57
<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>59</b>



<b>6. SONUÇ .....</b>	<b>71</b>
<b>7. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>81</b>
<b>8. KAYNAKLAR.....</b>	<b>72</b>

## ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 4.1. Yonca bitkisinin kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları .....	21
Çizelge 4.2. Fermantasyonun 2. gününde açılan silajların kimyasal analiz sonuçları .....	23
Çizelge 4.3. Fermantasyonun 4. gününde açılan silajların kimyasal analiz sonuçları .....	24
Çizelge 4.4. Fermantasyonun 8. gününde açılan silajların kimyasal analiz sonuçları .....	25
Çizelge 4.5. Fermantasyonun 45. gününde açılan silajların kimyasal analiz sonuçları .....	26
Çizelge 4.6. Fermantasyonun 2. gününde açılan silajların mikrobiyolojik analiz sonuçları, log kob g/kg KM .....	38
Çizelge 4.7. Fermantasyonun 4. gününde açılan silajların mikrobiyoloji analiz sonuçları, log kob g/kg KM .....	39
Çizelge 4.8. Fermantasyonun 8. gününde açılan silajların mikrobiyoloji analiz sonuçları, log kob g/kg KM .....	40
Çizelge 4.9. Fermantasyonun 45. gününde açılan silajların mikrobiyoloji analiz sonuçları, log kob g/kg KM .....	41
Çizelge 4.10. Fermantasyonun 2. gününde açılan silajların hücre duvarına ilişkin analiz sonuçları .....	44
Çizelge 4.11. Fermantasyonun 4. gününde açılan silajların hücre duvarına ilişkin analiz sonuçları .....	45
Çizelge 4.12. Fermantasyonun 8. gününde açılan silajların hücre duvarına ilişkin analiz sonuçları .....	46
Çizelge 4.13. Fermantasyonun 45. gününde açılan silajların hücre duvarına ilişkin analiz sonuçları .....	47
Çizelge 4.14. Fermantasyonun 45. gününde açılan silajların SKM, KMT ve NYD sonuçları .....	53
Çizelge 4.15. Fermantasyonun 45. gününde açılan silajların aerobik stabilite test sonuçları ..	55
Çizelge 4.16. Fermantasyonun 45. gününde açılan silajların <i>in vitro</i> OMS ve ME içeriği.....	57

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Yonca silajlarında kuru madde farklılıkları.....	27
Şekil 4.2. Yonca silajlarında pH değişimleri.....	28
Şekil 4.3. Yonca silajlarında ham kül değişimleri.....	29
Şekil 4.4. Yonca silajlarında ham protein değişimleri.....	30
Şekil 4.5. Yonca silajlarında NH <sub>3</sub> -N değişimleri .....	31
Şekil 4.6. Yonca silajlarında suda çözünebilir karbonhidratlar değişimleri.....	32
Şekil 4.7. Yonca silajlarında laktik asit değişimleri .....	33
Şekil 4.8. Yonca silajlarında asetik asit değişimleri.....	34
Şekil 4.9. Yonca silajlarında propiyonik asit değişimleri.....	35
Şekil 4.10. Yonca silajlarında bütirik asit değişimleri.....	36
Şekil 4.11. Yonca silajlarında kuru madde kaybı değişimleri.....	37
Şekil 4.12. Yonca silajlarında <i>lactobacilli</i> değişimleri.....	42
Şekil 4.13. Yonca silajlarında maya değişimleri .....	43
Şekil 4.14. Yonca silajlarında NDF değişimleri.....	48
Şekil 4.15. Yonca silajlarında ADF değişimleri.....	49
Şekil 4.16. Yonca silajlarında ADL değişimleri .....	50
Şekil 4.17. Yonca silajlarında hemiselüloz değişimleri .....	51
Şekil 4.18. Yonca silajlarında selüloz değişimleri .....	52
Şekil 4.19. Yonca silajlarında SKM, KMT ve NYD değişimleri.....	54
Şekil 4.20. Yonca silajlarında aerobik stabilite testi sonucu pH, CO <sub>2</sub> ve maya değişimleri.....	56
Şekil 4.21. Yonca silajlarında OMS ve ME değişimleri .....	58

## 1.GİRİŞ

Silaj, laktik asit bakterilerinin (LAB) anaerobik koşullar altında suda çözünebilir karbonhidratları (SÇK) fermente ederek laktik asit (LA)'e dönüştürmesi temeline dayanır. Laktik asit silaj pH'sının düşmesine neden olan asittir. Silaj pH'sının hızlı bir şekilde istenilen seviyeye (pH:4 civarına) ulaştırmanın zor olmasından dolayı, yem materyali içerisinde istenmeyen olaylar oluşmaktadır. Bu olaylar neticesinde silaj kalitesi oldukça düşmekte ve üretilen silaj hayvanlar tarafından sevilerek yenmemektedir. Silaj pH'sının istenilen seviyeye istenilen hızda düşürülmemesi nedeniyle cereyan eden olaylardan en önemlisi proteolizisdir. Yani yem içerisinde bulunan gerçek proteinlerin amonyağa kadar parçalanmasıdır (Filya 2005). Yoğun bir proteolizis olayına maruz kalarak oluşan silajların hayvanlar tarafından kullanım etkinliği çok düşük olup, özellikle amonyak formunda bulunan azotun vücutta protein şeklinde depo edilmesi oldukça zordur (Atalay 2009).

Baklagil kaba yemleri, önemli yem kaynaklarından olup dünyada yaygın olarak ruminant ve diğer hayvanların beslenmesinde kullanılmaktadır. Bu yemlerden en önemlisi ise yonca (*Medicago sativa*) olup daha ziyade kurutulmuş hayvanlara verilmektedir (Canbolat 2013). Ancak kurutulması ve depolanması sırasında yapılan mekanik müdahalelere bağlı olarak önemli ölçüde besin madde kaybı meydana gelmektedir (Oktay ve ark. 1990, Çifçi ve ark. 2005, Acar ve Bostan 2016). Özellikle yağışı bol olan bölgelerde ve yeterince kurutulma imkanı olmayan son biçim yoncalar genellikle silaj olarak değerlendirilmektedir (Çerçi ve ark. 1996). Silaj olarak yonca; protein ve mineral madde düzeyinin yüksek olması, SÇK içeriğinin düşük olması ve tampon kapasitesinin yüksekliği ile silolanması zor yemler sınıfına girmektedir (Karabulut ve Filya 2007, Muck ve ark. 2007). Bu tür yemlerden kaliteli silajlar elde etmek oldukça güçtür. Bu nedenle, protein bakımından zengin, karbonhidrat bakımından fakir olan silajlık yem bitkilerinin silolanması sırasında fermantasyonun güvence altına alınabilmesi için katkı maddelerinin kullanılması zorunlu hale gelmektedir (Filya 2000). Silaj yapımında mikrobiyal inokulantlar, LA fermantasyonunu sağlayabilecek yoğunlukta laktik asit bakteri ya da bakteri gruplarını içeren ürünler olarak tanımlanmaktadır. İnokulant olarak kullanılan LAB, silajda LA fermantasyonunu hızlandırarak asiditenin yükselmesine (yaklaşık pH:4) neden olarak bütirik asit bakterilerinin gelişimini de önlemiş olurlar. Silajın fermantasyon kalitesi LA, asetik asit (AA) ve bütirik asit (BA) içeriğine göre değişir. İyi bir silaj fazla miktarda LA içerirken ya çok az ya da hiç BA içermemelidir (Alçıçek ve Özkan, 1997). Ancak yoncanın silolanması sırasında yeterli SÇK olmadığından dolayı LAB yeteri kadar çoğalamakta ve

bunun sonucunda yeterince LA üretimi olmamaktadır. Bu nedenle, LAB inokulantlarının özellikle selülaz, hemiselülaz ve pektinaz gibi hücre duvarını parçalayıcı enzimler ile amilaz gibi nişastayı parçalayan enzim ile birlikte bir karışım halinde silaj katkı maddesi olarak kullanılabilir (Filya 2005). Nitekim LAB ile birlikte kullanılan enzimler, katıldıkları silajlarda LAB faaliyeti için ilave bir substrat açığa çıkararak silaj fermantasyonunu geliştirirlerken, silajların nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), asit deterjanda çözünmeyen lignin (ADL), hemiselüloz (HSEL) ve selüloz (SEL) içeriklerini düşürmekte, KM, organik madde (OM), NDF ve ADF parçalanabilirliklerini artırmakta, aerobik stabilitelerini ise etkilememekte veya düşürerek gözle görülür bir küflenme ve yoğun bir karbondioksit gazı (CO<sub>2</sub>) üretimine neden olmaktadır (Filya 2002).

Türkiye'nin mevcut ekonomik koşulları göz önünde bulundurulduğunda, yüksek dozlarla inokulant kullanımı oldukça pahalı bir yöntemdir. Bu çalışma farklı dozlarda LAB+enzim inokulantı kullanımının farklı vejetasyon döneminde hasat edilen yonca bitkilerinde fermentasyon, aerobik stabilite ve *in vitro* organik madde sindirebilirliği (OMS) üzerindeki etkilerini saptamak amacıyla yapılmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ülkemizde 2010 yılında 11,5 milyon olan büyükbaş varlığı 2017 yılında 16,1 milyon başa, 29,4 milyon küçükbaş varlığı ise 44,3 milyon başa ulaşmıştır. 2017 yılında yaklaşık 20,7 milyon ton süt üretimi gerçekleşmiştir ve üretilen toplam sütün 91,63'ü ineklerden, %6,5'i koyunlardan, %2,53'ü keçilerden ve %0,34'ü mandalardan elde edilmiştir (TÜİK 2017). Türkiye hayvan varlığı açısından önemli bir konumda olmasına rağmen, birim hayvan başına elde edilen verim bakımından istenilen düzeyde değildir. Hayvansal üretimde verim ırkların genetik özellikleri ile bakım ve beslenme koşulları gibi çevresel faktörler belirlemektedir. Ülkemizde hayvansal üretimdeki temel problem hayvanlar genetik kapasitesi yüksek olmasına rağmen, onları düşük kaliteli kaba yemlerle beslenmelerinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle ülkemizdeki hayvanlardan genetik kapasitelerinin çok altında verim alınmaktadır (Karayiğit 2005).

Türkiye'de toplam tarım alanı 37.992.000 hektar olup, bu tarım arazisinin işlenen alanı 23.370.000 hektardır. Tahıl ve diğer bitkisel ürünlerin ekim alanları 15.532.000 hektar düzeyinde iken ülkemizin çayır ve mera arazisi ise 14.617.000 hektar olarak belirlenmiştir (TÜİK 2017).

Ülkemizde hayvan beslenmesinde en önemli kaba yem kaynakları çayır-mera alanları ile yem bitkileri ekilişleridir. Ancak çayır ve meraların amaç dışı kullanımı ve ağır otlatma gibi nedenlerle günden güne kalitesinin azalması nedeniyle ruminanat hayvanların kaliteli kaba yem ihtiyacını karşılayamaktan uzaktır. Yem bitkilerinin ekiliş oranı 2015 yılı verilerine göre 1.993.000 hektar olup toplam tarla arazisinin %8.53'ünü kapsamaktadır. Hayvan varlığımız dikkate alındığında kaliteli kaba yem ihtiyacının yaklaşık 55 milyon ton/KM dolayında olduğu ve mevcut yem bitkileri ekilişi ve meralardan elde edilen ortalama 10 milyon ton kaliteli kaba yem ile kaba yem ihtiyacımızın karşılanamadığı bildirilmektedir (Çelik ve Demirbağ 2013).

Hayvan başına verimliliğin artmasında ve besleme maliyetlerinin aşağıya çekilmesinde kaba yemlerin son derece önemli olduğu bilinen bir gerçektir (Yaylak ve Alçiçek 2003). Kaliteli kaba yem açığının oluşmasında tarla tarımı içerisinde yeterli yem bitkileri alanının bulunmaması yanında çayır ve meraların bozulması en büyük etkenlerdir. Yem bitkileri içerisinde yonca verim ve besleme yönünden önemli bir yere sahiptir. Geniş bir adaptasyon kabiliyeti, yüksek ot verimi, zengin besin değeri, kendinden sonra gelen ürünün verimini

artırması, biçim sayısının yüksek ve ömrünün çok uzun olması gibi avantajlara sahiptir (Tan ve Serin 1998, Avcıoğlu ve ark. 2009).

Yonca bitkisi hayvan beslemede yoğun olarak kullanılmaktadır. Yaş ve kuru ot olarak tüketilmesinin yanı sıra silaj yapılarak da kullanılabilir. Ülkemizin her bölgesinde başarıyla yetiştirilen yonca (*Medicago sativa* L.) üstün besleme özelliği ve yüksek verimi nedeni ile yem bitkilerinin kraliçesi olarak adlandırılır (Karadavut ve ark. 2011).

Ülkemizde yonca 6.594.319 dekar ekim alanına sahip olup, bu alanlardan toplam 17.561.190 ton yeşil ot üretilmiştir. Verim açısından bakıldığında dekar başına düşen yeşil yonca miktarı 2.663 kg'dır (TUİK 2017). Yoncanın verimi biçim sayısına, toprak verimliliğine ve iklim şartlarına göre değişmektedir.

Clarkson (1977), tek yıllık yoncalarda ilk olgunlaşmanın çiçeklenme başlangıcı döneminde ortalama %15-20 ham protein (HP) içerdiğini ve olgunlaşma ile birlikte HP içeriğinin hızla düştüğünü bildirmektedir. Akbari ve Avcıoğlu (1992), yonca çeşitlerinin KM, HP ve HK içeriklerini sırasıyla %19,8-25,1, %18,7-22,9 ve %10,1-11,1 arasında değiştirdiğini belirlemişlerdir. Aksoy ve Yılmaz (2003) birinci ve ikinci biçim dönemlerinde hasat ettikleri sekiz yonca varyetesinin HP, HK, *in vitro* kuru madde sindirilebilirliğini (KMS) ve OMS'ni sırasıyla %14,67-20,59, %9,33-10,79, %45,65-58,50 ve %39,04-54,21 arasında değiştirdiğini bildirmektedirler. Kır ve Soya (2008), %10-25 çiçeklenme döneminde hasat edilen mera tipi 5 farklı yonca çeşidi (Osam, Victoria, Cinna, Mielga, Kayseri)'nin KM ve HP içeriklerini sırasıyla %19,15-21,52 ve %16,39-22,02 arasında olduğunu saptamışlardır. Yari ve ark. (2012) tomurcuklanmabaşlangıcı, tomurcuklanma sonu ve çiçeklenme başlangıcında hasat ettiği yonca kuru otlarında KM içerişinde OM içeriğini sırasıyla %89,3, 89,8 ve 91,9; HP içeriğini %22,0, 19,5 ve 16,2; ham yağ (HY) içeriğini %2,4, 2,5 ve 2,3; NDF içeriğini %47,8, 47,5 ve 41,9; *in situ* OM parçalanabilirliği %52,2, 49,7 ve 47,3; *in situ* HP parçalanabilirliğini ise %57,5, 52,4 ve 50,1 olarak bildirmektedir.

Yonca bitkisi olgunlaştıkça verimi artmasıyla birlikte sap kısmının artması ve yaprak kısmının ise azalması nedeniyle yem değeri düşmektedir. Tomurcuklanma başı, orta tomurcuklanma, %10 çiçeklenme, %50 çiçeklenme ve %100 çiçeklenme döneminde biçilen yoncalarda KM'de HP miktarı sırasıyla %29,1, 25,2, 21,3, 18,0 ve 16,9; yaprak oranlarının ise aynı sıra ile %58, 56, 53, 40 ve 47 olduğunu bildirilmektedir (Kellems ve Church 2009). Yonca yapraklarının HP'i sap kısmına göre daha yüksek, selüloz ve lignin ise daha düşüktür.

Bitkinin olgunlaşmasıyla birlikte yaprak:sap oranı düşmektedir (Albrecht ve ark. 1987). Vejetatif dönemde bitkinin HP miktarı büyümesini tamamlamış bitkilerden daha yüksek, NDF ve ADF miktarı ise daha düşüktür (Buxton 1986, NRC 1989, Christen ve ark. 1990). Bitkinin olgunlaşması ile birlikte yapısında selüloz ve lignin miktarı arttığı için sindirilebilirliği azalmaktadır (Morrison 1980, Van Soest 1994).

Buxton ve Homstein (1985), çeşitli bitkilerde hasat zamanının ilerlemesi KM sindirim derecesini 3-6 g/gün arasında azaldığını bildirmektedirler. Bu azalmanın yapısal bileşenlerin koruyucu etkisinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Christen ve ark. 1990). Baklagil bitkilerinde HP miktarları 1 g/kg KM/gün olarak azaldığı bildirilmiştir (Minson 1990).

Rihawi ve ark. (1983), beş farklı dönemde (çiçeklenme başlangıcı, %10 çiçeklenme, %100 çiçeklenme, %100 meyve oluşumu ve meyvelerin olgunlaşması) hasat ettikleri *Vicia sativa*, *Lathyrus sativus*, *Pisum sativum* ve *Medicago rigudula*'nın KM verimleri sırasıyla 825-4460, 445-3077, 630-4504 ve 795-5009 kg/ha, HP oranının ise aynı sırayla %8,6-27,5, %7,15-26,67, 8,55-23,16 ve 8,1-29,5 arasında olduğunu, biçim devreleri geciktirildikçe KM veriminin yükseldiğini, HP oranının ise azaldığını bildirmektedirler.

Rankin ve George (1989) çiçeklenme öncesi, tomurcuklanma, çiçeklenme başlangıcı ve çiçeklenme sonunda biçtikleri yonca bitkisinde çiçeklenme öncesi dönemde KM verimi 1825 kg/ha'ken, çiçeklenme sonunda 7575 kg/ha'a yükseldiğini ve bunun yanında HP oranlarının ise çiçeklenme öncesinde %27,2 iken, çiçeklenme sonunda %16,9'a kadar düştüğünü, biçim devresinin ilerlemesi ile yoncanın KM verimlerinin arttığını ancak yem değerinin azaldığını bildirmektedirler.

Açıkgöz (1995), yoncanın çok genç, genç, tam çiçeklenme ve bakla bağlama devresinde KM içeriklerini sırasıyla %15,0, 18,9, 24,0 ve 28,0; HP içeriklerini aynı sırayla %23,3, 29,1, 17,1 ve 12,9; HK içeriklerini ise yine aynı sırayla %12,0, 10,0, 9,2 ve 7,9 olarak belirlemiştir. Araştırmacı yoncanın besin madde kompozisyonunun bölgeye, toprak ve iklime, çeşide, biçim devresi ve kurutma yöntemine göre değişiklik göstermekle birlikte biçim zamanı ilerledikçe ham selüloz (HS) miktarının arttığını, ham protein miktarının ise azaldığını bildirmektedir.

Ünalp (2014), çiçeklenme başlangıcı, tam çiçeklenme ve meyve bağlama olmak üzere 3 farklı gelişme döneminde ve her bir vejetasyon dönemi içinde 5 biçim yapılmak suretiyle hasat ettiği yonca otunun KM, HP ve HS içeriğinin sırasıyla %88,70-93,97, %9,71-19,34 ve %28,39-41,86 arasında değiştiğini bildirmektedir. Araştırmacı elde edilen sonuçlara göre yonca



otunun çiçeklenme başlangıcında biçilmesinin hayvan besleme açısından daha kaliteli kaba yem elde edileceği sonucuna varmıştır.

Yonca bitkisinin oldukça yüksek bir verim potansiyeline sahip olduğu, bitkilerin boyu uzadıkça yaprak oranının düştüğü, KM ve HP veriminin arttığı, yaprak oranındaki düşüşe bağlı olarak HP oranını kısmen azaldığı birçok araştırmacı tarafından saptanmıştır (Manga 1981, Rihawi ve ark. 1983, Akbari ve Avcıoğlu 1994, Aydın ve ark. 1994, Tahtacıoğlu ve ark. 1994, Açıkgöz 1995, Şengül ve Tahtacıoğlu 1996).

Yem bitkileri arasında önemli bir yeri olan ve ülkemizde önemli oranda yetiştiriciliği yapılan yoncada karoten ve proteinin %75'i yapraklarda bulunmaktadır. Dikkatsiz ve yanlış kurutma tekniği ile gerçekleştirilen kurutma esnasında yaprakların dökülmesi ile başta protein olmak üzere büyük oranda besin madde kaybı oluşmakta ve besleme değeri düşmektedir (Tatlı ve Çerçi 2000, Erişir ve ark. 2017). Ayrıca özellikle bol yağış alan bölgelerde ot kurutmada çeşitli sorunlarla karşılaşmaktadır. Olumsuz hava koşulları otun kurutulma süresinin uzamasına, dolayısıyla da kuru ot kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Yeşil yem bitkilerinin silolanarak saklanması, özellikle kurutma sırasında meydana gelecek besin madde kayıplarının az olmasıyla ot kurutmaya göre tercih edilebilecek iyi bir alternatifi oluşturmaktadır (Filya 2001, Serin ve Tan 2001, Orak ve ark. 2014, Yıldırım 2015). Nitekim kurutularak balyalanmış ya da soldurularak silolanmış yonca bitkisi ile yapılan çalışmalarda, balya silajlarının kuru madde kaybı (KMK), besin madde içerikleri ve bu materyaller ile beslenen besi sığırlarının kuru madde tüketim (KMT)'lerinin yonca kuru otuna göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Han ve ark. 2004, Hancock ve Collins 2006).

Yonca dünyada yaygın bir şekilde silajı yapılan önemli bir baklagil yem bitkisidir (Kung ve ark. 2003, Ertekin ve ark. 2017). Mısır, ülkemizde silaj yapımı amacı ile yetiştirilen en önemli yem bitkisi olduğundan dolayı toplam silaj üretiminde yonca silajının payı oldukça düşüktür. Kuru madde ve SÇK içeriğinin düşük, HP ve tampon kapasitesinin yüksek olması nedeniyle yonca silolanması en zor olan bitkiler arasında yer alır.

Tatlı ve ark. (2001), yonca silajlarının pH değerini 4,92; KM, KM'de amonyak azotu (NH<sub>3</sub>-N), laktik, asetik, propionik ve bütrik asit içeriklerini sırasıyla %31,44, 0,76, 1,78, 3,10, 0,15 ve 0,02 olarak saptamışlardır. Ayrıca yonca silajının KM, OM, HP, HS, HY ve NÖM'nin sindirim derecelerini ise sırasıyla %62,80, 62,68, 71,93, 67,73, 75,19 ve 54,89 olarak bildirmektedirler.

Malhatun Çotuk (2016), 60 günlük fermantasyonun sonunda yonca silajlarının pH değerini 5,13; KM, NH<sub>3</sub>-N, laktik asit ve KMK sırasıyla %30,86, 110,94 g/kg toplam nitrojen (TN), 26,35 g/kg KM ve %1,90 olarak saptamıştır. Ayrıca yonca silajının OM, HK, HP, HS, HY ve nitrojensiz öz maddeler (NÖM) içeriklerini sırasıyla %89,98, 10,02, 18,18, 23,22, 3,56 ve 45,02; NDF, ADF, ADL, HSEL, SEL ve *in vitro* OMS sırasıyla %41,43, 27,51, 8,12, 13,91, 19,39 ve 59,65 olarak bildirmektedir.

Yoncanın silolanmasında genellikle fermantasyonu desteklemek amacıyla katkı maddeleri kullanılabilir (Filya 2005). Silaj katkı maddelerinin kuru madde kaybı (KMK) ve silajın besleme değerine olan etkileri, bu katkıların bitki enzimleri, silo suyu çıkışı, çeşitli mikroorganizmalar ve silajın aerobik stabilitesi üzerine olan etkilerine bağlıdır (Keleş 2009).

Bitkilerin olgunlaşmasıyla birlikte HS ve lignin içeriklerinin artması sindirilme derecelerini düşmektedir. Bitkiler olgunlaştıkça gerek KM'nin aşırı yükselmesi gerekse de SÇK içeriklerinin yetersiz olması nedeniyle silaj yapımına uygun değildir. Erken dönemlerde hasat edilen bitkilerden yapılan silajlarda bütrik asit yoğun olması nedeniyle kötü bir fermantasyon görülebilmektedir. Ayrıca KM içerikleri oldukça düşük olduğundan bu tip ürünler için daha fazla soldurma süresine gereksinim duymaktadır. Soldurma süresinin uzaması bitkilerde enzim aktivitesinin artmasına neden olarak bozulma ve kayıplar meydana gelmektedir. Silajlık olarak yoncanın hasat edilebileceği en doğru zaman çiçeklenme başlangıcıdır. Yonca bitkisi bu zamanda KM içeriği yaklaşık %20'dir. Ancak yoncanın olumsuz silolanabilirlik özelliklerinin giderilebilmesi için silolanmadan önce mutlaka KM içeriği en az %30-40 olacak şekilde soldurulması gerekir. Bu düzeydeki KM içeriğinin fermantasyon kayıplarının en aza indirilmesi bakımından büyük yararı vardır (Filya 2005).

Silodaki fermantasyonun kontrolsüz bir şekilde gelişmesi silolanana materyalin besin maddesi içeriğinin optimum bir biçimde korunmasını zorlaştırmaktadır. Olumsuz fermantasyon tehlikesinin azaltılması, silodaki fermantasyonun garantili olması için günümüzde silaj katkı maddesi olarak değişik biyolojik ve kimyasal katkıları kullanılmaktadır (Henderson 1993). Kaynaklarda yok Silaj fermantasyonunun kontrolü amacıyla kullanılan kimyasal katkı maddelerine olan kimi üstünlükleri sebebiyle mikrobiyal katkı maddeleri oldukça geniş kullanım alanı bulmuşlardır. Mikrobiyal katkı maddelerini belirli oranlarda kullanımları durumunda silolanacak kitlede istenilen yönde fermantasyon olaylarının ilerlemesini sağlayabilecek yoğunlukta laktik asit bakteri ya da bakteri gruplarını içeren ürünler olarak tanımlamak mümkündür (Yurtman ve ark. 1997).

Son yıllarda hızlı ve etkili bir silaj fermantasyonunu garanti altına almak için kimyasal katkı maddeleri yerine biyolojik kökenli olmaları nedeniyle LAB inokulantları tercih edilmektedir. Fermantasyonda homofermantatif LAB'ın (HM LAB) baskın olması durumunda silaj materyalinde var olan SÇK'in en etkin kullanımı sağlandığı gibi, materyalde SÇK miktarı kritik olduğu durumlarda bile iyi fermente olmuş bir silaj üretme şansı da yükselir. Bunun yanı sıra, HM LAB ile yapılmış çalışmalarda silaj fermantasyonu ve hayvan performansı olumlu yönde etkilenirken, aerobik stabilite (AS; aerobik koşullara dayanıklılık ya da yemlik ömrü) HM LAB ilavesinden olumsuz etkilenmiştir (Muck 1996, Cai ve ark. 1999).

Herhangi bir bitkisel ürün silolandıktan sonra oluşacak fermantasyonun kalitesi, hijyenik yapıları ve silajların beslenme değeri yönünden büyük önem taşımaktadır. Silaj fermantasyonu sırasında oluşan; pH, NH<sub>3</sub>-N ve organik asitlerin miktar ve kompozisyonları gibi son derece önemli silaj parametreleri fermantasyonun kalitesini belirlerler. Özellikle pH değeri ve NH<sub>3</sub>-N düzeyleri düşük, LA ve AA oranı yüksek silajlar, hem bu silajları tüketen hayvanların verimlerinin artırılması, hem de sağlıkları üzerinde herhangi bir olumsuz etkinin görülmemesi yönünde istenen silajlardır. Çünkü silaj yapımında asıl amaç, silajı tüketen hayvanların sağlıkları üzerinde olumsuzluk yaratmadan verimlerinin ekonomik olarak artırılmasıdır (Filya 2000).

Silaj fermantasyonunun kontrolü amacı ile kullanılan klasik katkı maddelerine olan kimi üstünlükleri nedeniyle mikrobiyal katkı maddeleri son yıllarda oldukça geniş kullanım alanı bulmuşlardır. Silolanacak kitlede fermantasyonun yönlendirilmesi amacıyla mikrobiyal katkı maddesi kullanım fikri yakın bir geçmişe sahip değildir. Konuyla bağlantılı ilk uygulamaların 1909 yılında Fransız araştırmacıların gerçekleştirdiği bilinmektedir (Merry ve ark. 1993). Silaj mikrobiyolojisi konusundaki metotların gelişimiyle mikrobiyal katkı maddelerinin gelişimi arasında sıkı bir ilişkinin mevcut olduğu gözlenmektedir. Seale ve ark. (1990), özellikle 1980'li yıllarda silaj mikrobiyolojisine olan ilginin artmasının mikrobiyal katkı maddelerinin değerlendirilmesine olan gereksiniminin bir sonucu olarak yorumlamaktadırlar. Aynı araştırmacılar, çoğu 1950-1960 yılları arasındaki kısa dönemde geliştirilen silaj mikrobiyolojisine ilişkin yöntemlerin günümüz koşullarında tekrar gözden geçirilmesine ve standardizasyonuna gereksinim duyduğunu vurgulamaktadırlar. Üretimlerini endüstriyel ölçekte gerçekleşmesini sağlayan tekniklerin (liyofilizasyon/ freze drying) gelişimiyle mikrobiyal katkı maddelerinin ticari anlamda üretimleri ve kullanımları yaygınlık kazanmıştır (Merry ve ark. 1993, Robinson ve McEvoy 1993).

Kullanım amaçları göz önüne alındığında mikrobiyal katkı maddelerinin kullanım etkinliğini belirleyen ana unsurları; uygulama yoğunluğu, katkının biyolojik kompozisyonu ve ortamda yeterli besin maddelerinin bulunması şeklinde sıralamak mümkündür. Mikrobiyal katkı maddelerinin içerdiği mikroorganizmaların (LAB) ortamda baskın hale geçebilmesi açısından uygulama yoğunluğu önemlidir. Hemen her koşulda, silolanan kitlede gerek fermantasyon gelişim basamaklarını gerekse de son ürün özelliklerini belirleyen asıl faktör, hasat zamanı yeşil materyalde yer alan epifitik LAB'nin yoğunluğu ve kompozisyonudur. Birçok durumda bu yoğunluğun 1.0- 6.0 log<sub>10</sub> kob/g arasında değişebildiği bildirilmektedir. Pitt ve Liebensperger (1987), yaptıkları incelemeleri göz önünde bulundurarak mikrobiyal katkı maddesinden beklenen etkenliğin gerçekleşebilmesi için uygulama yoğunluğu ile epifitik populasyon yoğunluğu arasındaki oranın en az 1/1 olması gerektiğini vurgulamaktadırlar. Bunun yanı sıra mevcut koşullar çerçevesinde de böylesi bir seviyenin yakalanabilmesi bakımından uygulama yoğunluğu olarak 6.0 log<sub>10</sub> kob/g'lık bir seviyenin seçilmesi gerektiğini vurgulamaktadırlar.

Silaj yapımında beklenen başarının elde edilmesi, havasız koşullarda silolanan kitle içerisinde hızlı bir biçimde homofermantatif karakterdeki LA fermantasyonunun başlatılabilmesine bağlıdır. Mikrobiyal katkıların kullanılmadığı durumlarda bu gelişimin belirleyicisi epifitik populasyonun niteliğidir. Bu noktada asıl sorun, silolanmak üzere hasat edilen materyal üzerinde yer alan mikroorganizma varlığının yalnızca LAB tarafından oluşturulmuyor olmasıdır. Bu aşamada silolanacak materyal üzerinde istenilmeyen mikroorganizmaların varlığı da söz konusudur. Bu mikroorganizmalar silo içerisindeki şartlara da bağımlı olarak besin kaynakları tarafından epifitik LAB ile rekabete girerler. Birçok durumda silolanacak materyal üzerinde yer alan LAB'nin kendileri ile rekabete girecek istenilmeyen mikroorganizma gruplarına (enterobakter ve funguslar) oranla 100-1000 kat daha az sayıda yer alabildikleri bilinmektedir. Buna ek olarak silolanabilecek materyal üzerinde yer alan LAB'nin her zaman için homofermantatif nitelikte fermantasyonunun gelişimini sağlayacak özelliklere sahip olamayacağı da bilinmektedir (McDonald ve ark. 1991, Lin ve ark. 1992, Merry ve ark. 1993, Petterson 1988, Yurtman ve ark. 1997).

Mikrobiyal katkı maddelerinin diğer silaj katkılarına olan asıl üstünlüğünü bu noktada açıklamak uygundur. Bu inokulantlar genellikle *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Pediococcus cerevisiae*, *Pediococcus acidilactici*, , *Pediococcus pentosaceus* ve *Enterococcus faecium* olmak üzere homofermantatif özellikteki LAB'ni

içerirler. Bu çeşit mikroorganizmalar, şekerleri ağırlıklı olarak laktik aside fermente ederler (Tengerdy ve ark. 1991).

Günümüzde mikrobiyal inokulant ve enzim pazarında çok sayıda ürün yer almaktadır. Bu çeşitliliği mikrobiyal inokulant ve enzim etkenliğini çok sayıda faktörün etkisi altında değişim gösterebilmesiyle açıklamak mümkündür. Özellikle mikrobiyal ve enzim katkı maddeleri, kullanımlarının güvenli oluşları, oldukça kolay olması, toksik etkilerinin olmayışı, çevre kirliliği yaratmamaları, silaj yapımında kullanılan makinelerde korozyona sebep olmamaları ve sonuç olarak doğal ürünler olmaları gibi önemli avantajlara sahip olmaları sebebiyle kimyasal kökenli katkı maddelerine göre daha fazla tercih edilmektedir (Weinberg ve ark. 1993, Filya 2002). Uygulama yoğunluğu, ortamdaki yararlı besin madde miktarı, katkının biyolojik birleşimi gibi etkenler bakteri inokulantlarının başarısını belirlemektedir. Dolayısıyla silajı yapılacak bitkisel materyale ilişkin özellikler bu noktada önemli etkiye sahiptir (Özdüven ve ark. 1999).

Laktik asit bakteri inokulantlarının kullanıldığı birçok çalışmada, bu katkı maddelerinin silajların pH'larını hızla düşürdüğü, LA ve LA/AA oranını arttırdığı, bütrik asit, AA, etanol ve NH<sub>3</sub>-N düzeylerini düşürdüğü ayrıca *lactobacilli* içeriklerini arttırarak silaj fermantasyonunu geliştirdiği saptanmıştır (Weinberg ve ark 1993, Stokes ve Chen 1994, Moran ve ark. 1996, Filya ve ark. 2000). Bunun yanı sıra LAB inokulantlarının silajların aerobik stabiliteyi (aerobik koşullara dayanıklılık ve silo ömrü) üzerindeki etkilerinin saptandığı araştırma sonuçlarında, bazı araştırmacılar LAB inokulantlarının silajların aerobik dayanıklılığını arttırdığını bildirirken (Weinberg ve ark. 1993), bazı araştırmacılar ise etkilemediğini (Moran ve ark. 1996) veya aerobik dayanıklılığını düşürerek, silajlarda gözle görülür bir küflenme ve yoğun karbondioksit gazı üretimine yol açtıklarını bildirmişlerdir (Stokes ve Chen 1994). Filya ve ark. (2000) ise LAB inokulantlarının silajların aerobik dayanıklılığını düşürdüğünü, KM içeriği yeterli olanların ise aerobik dayanıklılığının arttırdığını bildirmişlerdir.

Filya ve ark. (2007), 14 farklı LAB inokulantı ilavesinin yonca silajlarında fermantasyon özellikleri ve aerobik stabilite üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, silolamanın 35. - 47. günleri arasında açılan ilk biçim yonca silajlarında kontrol ve LAB katkısı gruplarında sırasıyla pH değerlerini 5,08 ve 4,33-5,14, LA içeriklerini KM' de 40,5 ve 45,9-83,5 g/kg KM, AA içeriklerini 14,2 ve 5,5-36,8 g/kg KM, NDF miktarını 419 ve 391-442 g/kg KM, ADF miktarlarını 342 ve 330-364 g/kg KM; ADL miktarlarını ise 78 ve 71-82 g/kg KM; hemiselüloz miktarlarını 78 ve 61-88 g/kg KM; selüloz miktarlarını 264 ve 259-283 g/kg KM;

ikinci biçim için ise aynı sırayla pH değerleri 4,42 ve 4,29-4,65, LA içeriklerini KM'de 86,5 ve 61,5-86,0 g/kg KM, AA içeriklerini 29,0 ve 13,1-37,4 g/kg KM, NDF miktarını 307 ve 284-309 g/kg KM, ADF miktarlarını 258 ve 253-265 g/kg KM; ADL miktarlarını ise 62 ve 53-62 g/kg KM; hemiselüloz miktarlarını 49 ve 31-54 g/kg KM; selüloz miktarlarını 196 ve 195-207 g/kg KM olarak saptamışlardır.

Bir ürünün kaliteli bir biçimde silolanabilmesi için başta heksozlar olmak üzere KM'de en az %3-5 düzeyinde fermente olabilir karbonhidrat içermesi gereklidir. Silolanacak bitki materyallerinin yeterli düzeyde SÇK'nın bulunması durumunda LAB'nin inokulasyonu silaj kalitesini arttırabilmektedir. Ortamda yeterli oranda SÇK bulunmaması durumunda ise silaj kalitesi düşmektedir. Bitkilerde bulunan karbonhidratların büyük bir bölümünü LAB tarafından fermente edilemeyen yapısal karbonhidratlar oluşturmaktadır. Bu yüzden SÇK bakımından yetersiz olan ürünlerin silolanması sırasında yeterli düzeyde fermente olabilir karbonhidrat sağlayabilmek amacıyla hücre duvarını ve nişastayı parçalayan enzimlerin kullanılması önerilmektedir. Bu enzimler selülaz, pektinaz, hemiselülaz ve amilazdır (Filya ve ark. 2001).

Selülaz ve hemiselülaz gibi hücre duvarını parçalayıcı enzimler silajlara katılmasının iki temel nedeni vardır. Bunlardan birincisi silajların NDF, ADF ve ADL olarak saptanan hücre duvarı bileşenlerini azaltarak SÇK içeriğinin artmasıdır. Dolayısıyla oluşan bu şekerler LAB tarafından kullanılarak laktik aside dönüştürülür. Hücre duvarını parçalayıcı enzimler, genel olarak SÇK içeriklerinin yetersiz olması sebebiyle zor silolanacak baklagil ve buğdaygil-baklagil karışımı yem bitkileri ile KM içerikleri %30'dan daha düşük olan baklagil ve buğdaygil yem bitkilerinden yapılan silajların pH, AA ve diğer uçucu yağ asitleri içeriklerini düşürmekte, ayrıca LA içeriklerini de yükseltmektedir. İkinci nedeni ise silajların hücre duvarı bileşenlerinin azaltılması sebebiyle hayvanların KM tüketimini ve sindirilebilirliğini arttırmasıdır (McDonald ve ark. 1991).

Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda, hücre duvarını parçalayan enzimlerin kullanıldığı ot silajlarında hücre duvarı bileşenlerinin azaldığı bildirilmektedir (Jaakkola ve ark. 1991, Jacobs ve ark. 1992, Filya 2001). Bazı çalışmalarda yonca silajlarına enzim ilavesinin hücre duvarı bileşenlerini azalttığı görülürken (Tengerdy ve ark. 1991, Sheperd ark. 1995), bazı çalışmalarda hücre duvarı bileşenleri üzerinde ise önemli bir etkiye sahip olmadığını belirtmektedirler (Kung ve ark. 1991). Bazı çalışmalarda enzimlerin bazen hayvanların verim performanslarını arttırdığını, bazen de düşürdüğünü, bazen ise hiç etkilemediğini göstermiştir.

Filya ve ark. (2001) tarafından yürütülen araştırmada %10-20 çiçeklenme döneminde hasat edilen yonca hasıllarına farklı dozlarda selüla, hemiselüla ve pektinaz içeren enzim katkısı kullanılmıştır. Silolamanın 50. gününde kontrol, %0,025, %0,050 ve %0,100 düzeyinde selüla, hemiselüla ve pektinaz içeren enzim katkısı gruplarında sırasıyla pH değerlerini 5,1, 4,5, 4,3 ve 4,0; SÇK içeriklerini 32, 101, 125 ve 158 g/kg KM; NH<sub>3</sub>-N içeriklerini 114, 24, 22 ve 17 g/kg KM; HP içeriklerini 55, 116, 131 ve 156 g/kg KM; LA içeriklerini 18, 102, 110 ve 126 g/kg KM; AA içeriklerini 77, 33, 28 ve 24 g/kg KM; LAB sayılarını 7,1, 7,3, 7,2 ve 7,4 log<sub>10</sub> kob/g; maya sayılarını 4,3, 4,5, 4,4 ve 4,2 log<sub>10</sub> kob/g; küf sayılarını 4,1, 4,1, 4,0 ve 3,9 log<sub>10</sub> kob/g; NDF miktarını 389, 377, 362 ve 341 g/kg KM; ADF miktarlarını 291, 270, 263 ve 235 g/kg KM; ADL miktarlarını ise 154, 142, 139 ve 131 g/kg KM olarak belirlemişlerdir. Aerobik stabilite testi sonuçlarına göre pH değerleri aynı sırayla 5,4, 4,7, 4,4 ve 4,2; CO<sub>2</sub> üretimleri 2,5, 2,4, 2,4 ve 2,2 g/kg KM; maya sayıları 5,4, 5,6, 5,3 ve 5,2 log<sub>10</sub> kob/g; küf sayıları ise 6,1, 5,9, 5,9 ve 5,7 log<sub>10</sub> kob/g olarak saptamışlardır. Araştırmacılar yoncanın silolanmasında hücre duvarını parçalayıcı enzimlerin ilavesinin fermantasyon özelliklerini geliştirdiği, hücre duvarı bileşenlerini azalttığı ve aerobik stabilitelerinin ise etkilenmediğini bildirmektedirler.

Özdüven ve Çelebi (2017), çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme ortası ve tam çiçeklenme döneminde hasat edilen yonca bitkisine LAB, E ve LAB+E inokulantı ilavesinin etkilerini inceledikleri çalışmalarında 45. günde açılan silajların pH değerlerini 3,94-4,66, KM içeriklerini %19,40-24,62, SÇK içeriklerini 13,09-20,43 g/kg KM, HP içeriklerini %17,70-22,04, NH<sub>3</sub>-N içeriklerini 50,82-94,24 g/kg TN, LA içeriklerini 33,06-52,47 g/kg KM, AA içeriklerini 10,26-24,38 g/kg KM, lactobacilli sayılarını 5,06-6,86 log<sub>10</sub> kob/g, maya sayılarını 2,42-3,48 log<sub>10</sub> kob/g, küf sayılarını 2,16-2,86 log<sub>10</sub> kob/g, NDF içeriklerini %35,90-48,28, ADF içeriklerini %25,89-35,46, ADL içeriklerini %4,13-7,38, HSEL içeriklerini %9,49-12,82, SEL içeriklerini %21,77-28,76, *in vitro* OMS'ni ise %57,23-62,60 arasında belirlemişlerdir. Çalışmada çiçeklenme başlangıcında hasat edilen silajların HP, LA ve *in vitro* OMS'nin önemli düzeyde yüksek (P<0.01), NDF, ADF, ADL, HSEL ve SEL içeriklerinin önemli düzeyde daha düşük (P<0.01); tam çiçeklenme döneminde ise pH değerinin ve AA içeriklerinin diğer silajlara göre önemli düzeyde daha düşük (P<0.01), LAB ve LAB+E inokulantı kullanılan silajların LA, LAB ve OMS önemli düzeyde daha yüksek (P<0.01); pH değeri, NH<sub>3</sub>-N, AA, NDF, ADF, SEL içerikleri ve küf sayıları daha düşük (P<0.05 ve P<0.01) olduğunu saptanmıştır. Araştırmacılar LAB ve/veya enzim kullanılan silajlarda fermantasyon özelliklerinin artması yanında hücre çeperi içeriklerinin azaldığını ve *in vitro* OMS'nin arttığını bildirmektedirler.

Aerobik stabilite (silo ömrü), açılan bir silajın ısınmadan ve bozulmadan kaldığı sürenin uzunluğudur (Kung 1998). Silaj açıldığında, anaerobik koşullar, aerobik koşullara dönüşmektedir. Bu koşullar içinde ortamda çoğalamayan mikroorganizmalar çoğalmaya başlayarak silajın bozulmasına neden olurlar (McDonald ve ark. 1991).

Aerobik stabilite, oksijene maruz kalmış silajın, mikrobiyal büyümeye karşı direnme gücünü göstermektedir. Silaj materyalinin havayla temas etmesi durumunda silaj materyalinde bulunan maya ve mantarlar anında faaliyete geçmekte ve silaj materyalinin içerisinde bulunan suda çözünür karbonhidratı ve laktik asidi parçalayarak istenilmeyen ürünlere dönüştürmektedir. Silaj materyalinin havayla teması sırasında pH'sı ve kuru madde kayıpları artmaktadır. Ayrıca küflenme başlamaktadır (McDonald ve ark. 1991).

Aerobik bozulmayla birlikte silaj materyalinin enerji içeriğinin, lezzetinin ve gönüllü yem tüketiminin azaldığı bildirilmiştir (Davies 1993). Ayrıca aerobik koşullarda ileri derecede bozulmuş silajlarda bazı fungusların mikotoksin ürettiği (Nout ve ark. 1993) ve bu mikotoksinler ineklerde toksik etki yapmasının yanı sıra rumen fermentasyonunu inhibe ettiği gözlemlenmiştir (Von Maiworm ve ark. 1995).

Aerobik bozulma sonucunda önemli kayıplar olmaktadır. İngiltere'de yıllık üretilen silajın %5'nin aerobik bozulma ile kaybedildiği ve bunun ise maliyetinin hemen hemen 110 milyon sterlin olduğu bildirilmiştir (Woolford 1990).

Silaj materyalinin aerobik stabilitesine etki eden faktörleri: pH, fermantasyon sonunda kalan SÇK miktarı, silaj materyalinin KM içeriği, sıcaklık, yoğunluk, silolanan bitkinin tipi silaj materyalinin maya sayısı olarak sıralamak mümkündür (Ohyama ve ark. 1975, Woolford 1984, Pessi ve Nousiainen 1999).

Aerobik stabilite karmaşık bir süreç olup, fermantasyon özellikleri, silolanan ürünün mikrobiyal birleşimi, silaj kütesinin sıcaklığı ve silaj yoğunluğu, oluşabilecek kayıpları etkilemektedir (Ohyama ve ark. 1975). Silajların aerobik bozulmasından öncelikle küf ve maya gibi mikroorganizmalar sorumlu olmaktadır (Woolford ve ark. 1982). Yemleme döneminde yukarıda bahsedilen mikroorganizmalar ortamdaki şekerlerle LA ve AA gibi fermantasyon ürünlerini tüketerek büyük oranda KM ve besin maddeleri kaybına sebep olurlar. Bunun sonucunda silo içerisinde karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve su açığa çıkar, sıcaklık artar (Filya 2001). Silajın bozulması kaçınılmaz bir sonuçtur. Çoğunlukla "aerobik bozulma" olarak da tanımlanır. Bu şekilde bozulmuş silajlar, hayvanlar tarafından ya çok az tüketilir ya da hiç tüketilmeyebilir.



Ayrıca bu tip silajların içerebileceği bazı küfler hayvanlar için öldürücü olabilecek mikotoksinler üretebileceği gibi söz konusu mikotoksinlerin hayvansal ürünler yoluyla insanlara geçme olasılığı da oldukça yüksektir (Filya 2003).

Özellikle en düşük aerobik stabilitenin LAB+Enzim karışımı inokulant içeren silajlarda gerçekleşmesi, bu inokulantın içerdiği enzimlerin mısırdaki yapısal ve yapısal olmayan karbonhidratları parçalaması sonucu diğer gruplara oranla daha çok fermente olabilir karbonhidrat açığa çıkmasına ve ortamdaki mayaların bunları kullanarak yoğun bir şekilde CO<sub>2</sub> üretmelerine bağlanabilir. Pektinaz, hemisellülaz ve sellülaz karışımından oluşan ticari enzim preparatlarının kullanıldığı silajların aerobik stabilitesinin ele alındığı çalışmalarda bu enzimlerin silajların aerobik stabilitelelerini düşürdüğü (Jaakkola ve ark. 1991) veya etkilemediği (Bolsen ve ark. 1980, Stokes 1992, Filya 2001, Çelebi 2010) saptanmıştır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1.MATERYAL

##### 3.1.1. Silaj Materyali

Bu araştırmada silaj materyali olarak Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezinde yetiştirilen yonca (*Medicago sativa*) bitkisi kullanılmıştır.

##### 3.1.2. Silajların Hazırlanması

Silajı yapılacak yonca hasılları çiçeklenme başlangıcında (yaklaşık %10-20 çiçeklenme), çiçeklenme ortası (yaklaşık %50) ve tam çiçeklenme döneminde hasat edilmiştir. Yonca hasılları silaj makinesinde yaklaşık 1.5-2.0 cm boyutlarında parçalanmış ve homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra silolama öncesi analizleri için örnek alınmıştır. Parçalanan materyaller 200×250 mm boyutlarında ve oksijen geçirgenliği 1.13 cc/m<sup>2</sup> gün değerine sahip torbalara 500 g koyularak laboratuvar tipi CAS CVP 260 PD marka vakum makinesinde 3' er paralelli olarak silolanmıştır. Araştırmada her grup için (kontrol, düşük LAB+E, orta LAB+E ve yüksek LAB+E) 12' şer torba olmak üzere toplam 144 torba silaj yapılmıştır. Torbalar laboratuvar ortamında 20±2 °C sıcaklıkta tutulmuşlardır. Her gruptan 3'er torba, silolandıktan sonraki 2, 4, 8 ve 45. günlerde açılarak kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Kırkbeşinci gün açılan son dönem silajlarda 5 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmış ve söz konusu silajların *in vitro* enzimde organik madde çözünebilirlikleri de saptanmıştır.

##### 3.1.3. Silajlarda Kullanılan Katkı Maddesi

Araştırmada biyolojik kompozisyonunda *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, *Pediococcus pentosaceus* ve *Propionibacteria acidipropionici* bakterileri ile birlikte amilaz, selüloz, ksilenaz ve β-glukanaz enzimlerini içeren Sil-All 4x4 (Alltech, UK) ticari enzim preparatı kullanılmıştır.

Her biri silajlık materyale 1.0x10<sup>5</sup>, 5.0x10<sup>5</sup> ve 1.0x10<sup>6</sup> kob/g düzeyinde LAB+E inokulantı katılmıştır. Parçalanmış yonca materyaline bakteri inokulantı aşağıdaki şekilde uygulanmıştır.

**Katkı maddesinin kullanım şekli:** 1. grup kontrol grubu olup, 10 kg parçalanmış yonca bitkisi 1x4 m temiz bir alana yayılmış ve üzerine 20 ml klorsuz su püskürtülmüştür. 2. grupta, LAB+E inokulantan 5 mg (100.000 kob/g) tartılarak üzerine 20 ml klorsuz su konulmuş ve iyice karışması sağlandıktan sonra parçalanmış yonca bitkisi üzerine homojen bir şekilde püskürtülmüştür. 3. grupta, 25 mg inokulant (500.000 kob/g), 4. grupta ise 50 mg inokulant (1.000.000 kob/g) 2. grupta açıklandığı gibi uygulanmıştır.

## 3.2. YÖNTEM

### 3.2.1. Laboratuvar Analizlerinin Yapılması

Araştırmada kullanılan yemlerin silolama öncesinde pH, Bc, SÇK, mikrobiyolojik analizler; silolama sonrası örneklerde pH, SÇK, NH<sub>3</sub>-N, LA, AA, propiyonik asit (PA), BA ve mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir.

Taze ve silolanmış yoncanın KM miktarı 60 °C sıcaklıkta 48 saat süreyle kurutulması ve HK miktarı da 550 °C sıcaklıkta bir gece yakılması ile tespit edilmiştir. Yemin OM miktarı ise, KM ile HK arası farktan hesaplanmıştır. Organik maddeleri oluşturan HP, belli miktardaki yem örneğinin önce kuvvetli asitle yakılarak azotun amonyum sülfata, daha sonra da baz ile muameleye tabii tutularak amonyak formuna dönüştürülmesi ve bu amonyanın belli normalitedeki bir asitle titrasyonu sonucu elde edilen sarfiyattan hesaplanmıştır (Akyıldız 1984). Silolama öncesi alınan yonca bitkisinde tamponlama kapasitesi (Tk)'ni belirleyebilmek saptanabilmesi için 20 g örnek 250 ml saf su ilave edilerek mekanik karıştırıcı aracılığı ile 1 dakika süre ile karıştırılmıştır. Karışım dört katlı gazlı bezden geçirilerek elde edilen süzüğün pH'sı 0.1 N HCl ile 3.00'e ayarlanmış ve 0.1 N NaOH ile süzüğün pH'sı 4.00'e standardize edilmiştir. Daha sonra pH 4.00-6.00 arasında harcanan NaOH miktarı saptanmış ve meq/kg KM olarak kaydedilmiştir (Playne ve McDonald 1966). Taze ve silolanmış yoncadan 20 g örnek 180 ml saf su ile bir dakika süre ile laboratuvar tipi blender'da homojenize edilmiş ve filtre kağıdından süzöldükten sonra dijital pH metre kullanılarak pH değeri saptanmıştır. Silaj süzüntüsü pH'sı tespit edildikten sonra 5500 devir/dk'da 5 dakika santrifüj edilmiş ve 15 ml'lik santrifüj tüplerinde -20 °C sıcaklıktaki derin dondurucuda saklanmıştır. Silajların LA ve UYA (AA, PA ve BA) içerikleri bu süzüntülerde belirlenmiştir. Silajların LA (Koç ve Coşkuntuna

2003) içerikleri spektrofotometre’de, AA, PA ve BA (Supelco 1998) içerikleri ise gaz kromotografisi cihazında tespit edilmiştir.

Taze materyal ve silaj örneklerinde SÇK içerikleri spektrofotometre’de tespit edilmiştir (Anonim 1986). Silajlarının NH<sub>3</sub>-N içeriklerinin saptanması için 20 g silaj örneğinin 100 ml saf su ilave edilerek 1 saat süre çalkalama makinesinde karıştırıldıktan sonra Whatman No 1 filtre kağıdı ile süzölmüştür. Elde edilen süzökte mikro distilasyon metodu aracılığı ile NH<sub>3</sub>-N miktarı saptanmıştır (Anonim 1986).

Çalışmada gerek silolama öncesi taze materyalde ve gerekse de silajlarda lactobacilli, maya ve küf sayılarının belirlenmesi amacıyla 25 g’lık örnekler peptonlu su aracılığı ile 2 dakikadan az olmamak koşulu ile karıştırılıp mikroorganizmaların mümkün olduğu ölçüde materyalden ayrılması sağlanmıştır. Elde edilen stok materyalden logaritmik seride dilüsyonlar hazırlanarak 1 saati aşmayan zaman zarfında ekim işlemi yapılmıştır. Lactobacilli için ekim ortamı olarak MRS Agar, maya ve küfler için Malt Ekstrakt Agar kullanılmıştır. Örneklere ait lactobacilli, maya ve küfler için 30 °C sıcaklıkta 3 günlük inkübasyon dönemlerini takiben gerçekleştirilmiştir (Seale ve ark. 1990). Örneklerde saptanan lactobacilli, maya ve küf sayıları logaritma koloni oluşturan birime (kob/g) çevrilmiştir.

Çalışmada silaj örneklerinde NDF, ADF ve asit ADL analizleri Van Soest analiz yönteminde öngörülen prensipler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir (Close ve Menke 1986). Yem materyallerinin selüloz ve hemiselüloz içeriklerinin saptanmasında NDF, ADF, ADL analizleri sonrasında elde edilen değerlerden yararlanılmış olup (Close ve Menke 1986), hesaplamada kullanılan formüller aşağıda verilmektedir;

$$\text{Selüloz ( g/kg KM )} = \text{ADF} - \text{ADL}$$

$$\text{Hemiselüloz ( g/kg KM )} = \text{NDF} - \text{ADF}$$

Çalışmada silaj örneklerindeki *in vitro* enzimde OM çözünebilirlik düzeyinin saptanması Naumann ve Bassler (1993) tarafından önerilen selülaz yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Yönteme göre, kurutularak öğütölmüş materyalden alınan 0.3 g’lık örnek daha önce altı kapatılmış olan süzgeçli cam kaplara (800 °C ısıya dayanıklı, por. 1, altı ve üstü kapaklı, 50 ml’lik Gooch krozeler) tartılmıştır. Her biri 3’er paralel olacak şekilde tartılan yem örnekleri üzerine 40 °C sıcaklıktaki pepsin+HCl çözeltilisinden 30 ml ilave edilmiş ve cam kabın üst kısmı kapatılmıştır. Cam kaplar 40 °C sıcaklığa ayarlı inkübatör dolabına konmuş ve 5 saat

sonra kaplar iyice karıştırılmıştır. Cam kaplar inkübatör dolabında 24 saat kaldıktan sonra 80 °C sıcaklıktaki su banyosunda 45 dakika bekletilerek nişastanın hidrolizi sağlanmıştır. Bu işlemin ardından cam kaplar açılarak içindeki çözelti vakum pompası yardımı ile emilmiş ve içinde kalan kısım sıcak su ile yıkanmıştır. Alt kısmından kapatılan cam kaplara selülaz+buffer çözeltisinden 30 ml ilave edilmiş ve 40 °C sıcaklıktaki inkübatör dolabında 24 saat bekletilmiştir. Bu işlem sonrası cam kapların kapakları açılmış, çözeltiler süzölmüş ve sıcak su ile yıkanmıştır. Süzme işleminden sonra 105 °C sıcaklığa ayarlı kurutma dolabında bir gece boyunca kurutulmuş, tartım işlemi yapılmıştır. Cam kaplar 550 °C sıcaklığa ayarlı kül fırınında en az 90 dakika yakılmış ve tartım gerçekleştirilmiştir.

Analizler sonrası elde edilen sonuçlardan yararlanılarak enzimde çözünen OM miktarları aşağıdaki eşitlikler yardımı ile bulunmuştur.

$$\text{Organik madde sindirilebilirliği, \%} = [B_1 - (A_1 - A_2) \times 100] / B_1 - C_1$$

A<sub>0</sub>: Ghoch krozesinin darası, g

A<sub>1</sub>: 105 °C sıcaklıkta kurutulduktan sonraki dara+örnek ağırlığı, g

A<sub>2</sub>: 550 °C sıcaklıkta yandıktan sonraki dara+örnek ağırlığı, g

B<sub>1</sub>: Analize alınan örnek miktarı, g/KM

C<sub>1</sub>: Analize alınan örnekteki kül miktarı, g/KM

Enzimatik (selülaz) yöntemde kullanılan çözeltiler; pepsin- HCl çözeltisi: 2 g pepsin+0.1 N HCl; asetat buffer çözeltisi: 5.9 ml asetik asit+ 1 litre destile su (çözelti A) ve 13.6g sodyum asetat + 1 litre destile su (çözelti B) hazırlandıktan sonra 400 ml çözelti A ile 600 ml çözelti B karıştırılır; selülaz buffer çözeltisi: 3.3 g selülaz enzimi (trichoderma viride; onozuka R-10, 1 U/mg aktivite)+1 litre asetat buffer çözeltisi

### 3.2.2. Aerobik Stabiliteye İlişkin Analizler

Ashbell ve ark. (1991) tarafından geliştirilen yöntem kullanılarak yonca silajları silolamanın 45. gününde açılarak 5 gün süreyle aerobik stabilite testine tabi tutulmuşlardır.

Aerobik stabilitenin 5. günündeki silaj örneklerinin pH'ları ölçülmüş ve CO<sub>2</sub> üretimleri saptanmıştır. Ayrıca silajların içerdiği maya ve küf popülasyonları saptanmıştır.

Araştırmada, aerobik stabilite testinin uygulanması için 1 atm ve 25 °C sıcaklıkta 24 saatteki CO<sub>2</sub> geçirgenlik oranı 15-25 mL /mil/254 m olan stabil, aşınmaya dirençli gaz sızdırmaz özellikteki 1.5 L'lik polietilen (PET) şişeler kullanılmıştır. Bir test ünitesinin oluşturulması için pet şişe 1 L ve 0.5 L olmak üzere ikiye kesilmiştir. 1 L'lik PET şişenin kapak kısmına hava sirkülasyonunu sağlamak için 1 cm çapında delik açılıp üzeri telle kapatılmıştır. Daha sonra 0.5 L' lik kesilen kısmın üzerine yerleştirilmiştir. 250-300 g arasında taze silaj örnekleri, ünitenin üst kısmına sıkıştırılmadan yerleştirilmiş ve %20'lik potasyum hidroksit (KOH) çözeltisinden 100 mL ünitenin alt kısmına konulmuştur. Hazırlanan söz konusu ünite 5 gün oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bu sayede aerobik aktivite sonucu silaj örneklerinde oluşan ve havadan 1.5 kat daha yoğun olan CO<sub>2</sub> gazı altta çökerek tabanda tutulmuştur. Çözeltiden 10 mL alınarak 1 N'lik %37'lik hidroklorik asit çözeltisiyle titre edilmiştir. pH'nın 8.1-3.6 arasında harcanan HCl miktarı saptanmış ve CO<sub>2</sub> gazı miktarı aşağıda belirtilen denkleme göre hesaplanmıştır.

$$CO_2 = 0.044 \times T \times V / (A \times TM \times KM)$$

T= titrasyonda harcanan 1 N HCl asit miktarı (mL)

V= %25 KOH çözeltisinin toplam hacmi ( mL)

A= ünitenin alt kısmına ilave edilen KOH miktarı ( mL)

TM= taze materyalin ağırlığı (kg)

KM= taze materyalin kuru madde miktarı (g/kg)

### 3.3.3. Silajların Kuru Madde Kayıplarının Belirlenmesi

Silajların KMK, 2.,4., 8. ve 45. günlerde torbalarında hesaplanan silaj KM'si ağırlığının, torbalara konulan taze materyalin KM ağırlığına oranlanması ile hesap edilmiştir (Kleinschmit ve Kung 2006).

### 3.2.4. Nispi yem değeri (NYD) özellikleri

Yonca silajların nispi yem değerleri Van Dyke ve Anderson (2000) tarafından geliştirilen ve aşağıda verilen eşitlikler kullanılarak saptanmıştır. İlk aşamada yemin ADF içeriğinden yararlanılarak sindirilebilir kuru madde (% SKM) hesaplanmıştır.

$$\%SKM = 88.9 - (0.779 \times \% ADF)$$

İkinci aşamada yemin NDF içeriğinden yararlanılarak kuru madde tüketimi (% KMT) hesaplanmıştır.

$$\%KMT = 120 / \% NDF$$

Üçüncü ve son aşama ise % SKM ve % KMT değerleri formülde yerine konarak NYD hesaplanmıştır.

$$NYD = \% SKM \times \% KMT \times 0.775$$

### 3.2.4. İSTATİKSEL ANALİZLER

Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde varyans analizi, gruplar arası farklılığın belirlenmesinde ise Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Bu amaçla SPSS 15.0 (2006) paket programı kullanılmıştır.

İstatistiksel model aşağıda gösterilmiştir.

$$Y_{ijl} = \mu + \tau_i + \gamma_j + \tau\gamma_{ij} + e_{ijl},$$

$\mu$  = genel ortalama;

$\tau_i$  = vejetasyon döneminin etkisi

$i$ ;  $\gamma_j$  = uygulamanın etkisi

$j$ ;  $\tau\gamma_{ij}$  =vejetasyon dönemi×uygulama interaksiyonu

$e_{ijl}$  =hata.

## 4. BULGULAR

### 4.1. ARAŞTIRMA YEMLERİNİN SİLOLAMA ÖNCESİ DEĞERLERİ

#### 4.1.1. Yonca Bitkisinin Fermantasyonuna Etki Eden Bazı Özelliklerine Ait Bulgular

Araştırmada kullanılan yonca bitkisine ait kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Yonca bitkisinin kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları

İçerik	ÇB	ÇO	ÇS
pH	6.11	6.03	6.03
Tampon kapasitesi, Meq NaOH kg/KM	472	430	409
KM, g/kg DH	317.2	323.0	321.3
OMS, g/kg KM	635.5	614.8	611.2
ME	9.06	8.75	8.70
OM	91.64	92.09	91.92
HP, g/kg KM	220.8	211.6	207.0
HK, g/kg KM	83.6	79.1	80.8
SÇK, g/kg KM	14.95	14.08	12.20
NDF, g/kg KM	531.2	564.5	597.9
ADF, g/kg KM	357.7	404.0	424.9
ADL, g/kg KM	84.2	85.5	93.3
Hemiselüloz, g/kg KM	133.5	160.5	173.0
Selüloz, g/kg KM	313.5	318.5	331.7
<i>Lactobacilli</i> , kob/g KM	3.83	5.33	3.67
Maya, kob/g KM	6.47	6.37	6.37

ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, ÇO: Çiçeklenme ortası ÇS: Çiçeklenme sonu, KM: Kuru madde, DH: Doğal halde, OM: Organik madde, HP: Ham protein, HY: Ham yağ, HS: Ham sellüloz, HK: Ham kül, NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, ADL: Asit deterjanda çözünmeyen lif

Uygun saklama koşullarının gerçekleşmesi sonrasında elde edilecek silo yeminde besleme değerliliği üzerinde etkili olan temel faktörler silajı yapılacak olan materyalin pH, KM ve SÇK içeriği ile epifitik mikroorganizma yoğunluğu gibi özellikler bakımından sahip olduğu değerlere bağlıdır.

Çizelgede 4.1’de de verildiği gibi, yonca bitkisinin sırasıyla pH, Bc değeri, KM, KM içindeki OM, HP, HK, SÇK, NDF, ADF, ADL, hemiselüloz, selüloz, *lactobacilli* ve maya



içerikleri sırasıyla 6,03-6,11, 409-472 meq NaOH/kg KM, 317,2-323,0, %91,64-92,09, 207,0-220,8, 79,1-83,6, 12,20-14,95 g/kg, 531,2-597,9, 357,7-424,9, 84,2-93,3,133,5-173,0, 313,5-331,7, 3,67-5,33 log<sub>10</sub> kob/g, 6,37-6,47 log<sub>10</sub> kob/g arasında bulunmuştur.

## **4.2. ARAŞTIRMA YEMLERİNİN SİLOLAMA SONRASI DEĞERLERİ**

### **4.2.1. Yonca Silajlarının Fermantasyon Özellikleri İle İlgili Bulgular**

Fermantasyonun 2., 4., 8. ve 45. gününde açılan yonca silajlarına ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.2, 4.3, 4.4. ve 4.5 ile Şekil 4.1., 4.2., 4.3., 4.4 ve 4.5’de verilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Fermantasyonun 2. gününde açılan silajların kimyasal analiz sonuçları, g/kg KM

Dönem	Katkı	KM	pH	HK	HP	NH <sub>3</sub> -N	SÇK	LA	AA	PA	BA	KMK
ÇB		309,33	6,13 <sup>a</sup>	88,91 <sup>a</sup>	226,23 <sup>a</sup>	59,15 <sup>b</sup>	5,30 <sup>b</sup>	28,05 <sup>c</sup>	5,91 <sup>b</sup>	2,68 <sup>a</sup>	0,30 <sup>b</sup>	3,93 <sup>c</sup>
ÇO		309,68	5,42 <sup>c</sup>	81,16 <sup>c</sup>	207,20 <sup>c</sup>	59,11 <sup>b</sup>	6,22 <sup>a</sup>	72,37 <sup>a</sup>	1,90 <sup>c</sup>	1,50 <sup>b</sup>	0,03 <sup>c</sup>	4,68 <sup>b</sup>
ÇS		310,47	5,64 <sup>b</sup>	86,54 <sup>b</sup>	210,17 <sup>b</sup>	66,73 <sup>a</sup>	3,53 <sup>c</sup>	55,27 <sup>b</sup>	11,97 <sup>a</sup>	3,07 <sup>a</sup>	0,73 <sup>a</sup>	6,24 <sup>a</sup>
<b>SEM</b>		<b>1,79</b>	<b>0,01</b>	<b>0,65</b>	<b>0,91</b>	<b>0,56</b>	<b>0,13</b>	<b>1,38</b>	<b>0,56</b>	<b>0,16</b>	<b>0,08</b>	<b>0,20</b>
	Kontrol	308,33 <sup>bc</sup>	5,89 <sup>a</sup>	87,34 <sup>a</sup>	214,25	64,35 <sup>a</sup>	5,53 <sup>a</sup>	38,03 <sup>c</sup>	8,21 <sup>a</sup>	2,72 <sup>a</sup>	0,76 <sup>a</sup>	5,09 <sup>ab</sup>
	Düşük Doz	311,10 <sup>ab</sup>	5,70 <sup>b</sup>	84,91 <sup>b</sup>	213,84	59,80 <sup>b</sup>	5,11 <sup>ab</sup>	51,11 <sup>b</sup>	7,16 <sup>a</sup>	2,84 <sup>a</sup>	0,36 <sup>b</sup>	5,24 <sup>a</sup>
	Orta Doz	303,37 <sup>c</sup>	5,69 <sup>b</sup>	84,33 <sup>b</sup>	216,06	62,62 <sup>a</sup>	4,66 <sup>b</sup>	55,18 <sup>b</sup>	6,28 <sup>ab</sup>	2,14 <sup>b</sup>	0,21 <sup>b</sup>	4,99 <sup>ab</sup>
	Yüksek Doz	316,51 <sup>a</sup>	5,64 <sup>c</sup>	85,57 <sup>ab</sup>	213,99	59,88 <sup>b</sup>	4,76 <sup>b</sup>	63,26 <sup>a</sup>	4,72 <sup>c</sup>	1,96 <sup>b</sup>	0,08 <sup>b</sup>	4,47 <sup>b</sup>
<b>SEM</b>		<b>2,07</b>	<b>0,01</b>	<b>0,75</b>	<b>1,05</b>	<b>0,65</b>	<b>0,15</b>	<b>1,60</b>	<b>0,65</b>	<b>0,18</b>	<b>0,10</b>	<b>0,23</b>
ÇB	Kontrol	304,01 <sup>b-d</sup>	6,30 <sup>a</sup>	91,81 <sup>a</sup>	219,54 <sup>b</sup>	65,63 <sup>b</sup>	6,11 <sup>ab</sup>	9,27 <sup>f</sup>	6,46 <sup>c-e</sup>	3,49 <sup>ab</sup>	0,26 <sup>bc</sup>	4,61 <sup>d-f</sup>
	Düşük Doz	314,61 <sup>a-c</sup>	6,09 <sup>b</sup>	87,25 <sup>bc</sup>	225,59 <sup>a</sup>	58,18 <sup>d-f</sup>	4,82 <sup>c</sup>	23,65 <sup>e</sup>	5,94 <sup>de</sup>	2,92 <sup>bc</sup>	0,44 <sup>bc</sup>	3,92 <sup>ef</sup>
	Orta Doz	302,68 <sup>cd</sup>	6,11 <sup>b</sup>	84,36 <sup>bc</sup>	228,73 <sup>a</sup>	57,60 <sup>d-f</sup>	5,51 <sup>bc</sup>	26,05 <sup>e</sup>	8,13 <sup>b-d</sup>	2,40 <sup>c-e</sup>	0,46 <sup>bc</sup>	3,63 <sup>f</sup>
	Yüksek Doz	316,02 <sup>ab</sup>	6,03 <sup>c</sup>	92,21 <sup>a</sup>	231,05 <sup>a</sup>	55,17 <sup>f</sup>	4,76 <sup>cd</sup>	53,21 <sup>c</sup>	3,11 <sup>e-g</sup>	1,88 <sup>d-f</sup>	0,04 <sup>c</sup>	3,55 <sup>f</sup>
ÇO	Kontrol	307,28 <sup>a-d</sup>	5,68 <sup>d</sup>	84,29 <sup>bc</sup>	214,07 <sup>c</sup>	58,28 <sup>d-f</sup>	6,48 <sup>a</sup>	61,33 <sup>bc</sup>	4,54 <sup>ef</sup>	1,40 <sup>ef</sup>	0,02 <sup>c</sup>	4,90 <sup>c-e</sup>
	Düşük Doz	313,63 <sup>a-c</sup>	5,38 <sup>f</sup>	79,99 <sup>de</sup>	203,51 <sup>d</sup>	57,30 <sup>ef</sup>	6,81 <sup>a</sup>	76,94 <sup>a</sup>	1,12 <sup>fg</sup>	1,62 <sup>ef</sup>	0,00 <sup>c</sup>	5,02 <sup>b-e</sup>
	Orta Doz	300,04 <sup>d</sup>	5,33 <sup>g</sup>	83,08 <sup>cd</sup>	210,63 <sup>c</sup>	61,19 <sup>cd</sup>	5,39 <sup>bc</sup>	73,96 <sup>a</sup>	0,53 <sup>g</sup>	1,34 <sup>f</sup>	0,00 <sup>c</sup>	5,17 <sup>b-e</sup>
	Yüksek Doz	317,88 <sup>a</sup>	5,28 <sup>h</sup>	77,30 <sup>e</sup>	200,61 <sup>d</sup>	59,67 <sup>de</sup>	6,19 <sup>ab</sup>	77,24 <sup>a</sup>	1,40 <sup>fg</sup>	1,66 <sup>ef</sup>	0,11 <sup>bc</sup>	3,62 <sup>f</sup>
ÇS	Kontrol	313,70 <sup>a-c</sup>	5,69 <sup>d</sup>	85,91 <sup>bc</sup>	209,15 <sup>c</sup>	69,14 <sup>a</sup>	4,01 <sup>de</sup>	43,47 <sup>d</sup>	13,62 <sup>a</sup>	3,27 <sup>a-c</sup>	2,00 <sup>a</sup>	5,77 <sup>a-d</sup>
	Düşük Doz	305,06 <sup>b-d</sup>	5,63 <sup>e</sup>	87,48 <sup>b</sup>	212,43 <sup>c</sup>	63,91 <sup>bc</sup>	3,69 <sup>ef</sup>	52,75 <sup>c</sup>	14,43 <sup>a</sup>	3,98 <sup>a</sup>	0,64 <sup>b</sup>	6,79 <sup>a</sup>
	Orta Doz	307,38 <sup>a-d</sup>	5,63 <sup>e</sup>	85,56 <sup>bc</sup>	208,82 <sup>c</sup>	69,07 <sup>a</sup>	3,08 <sup>f</sup>	65,53 <sup>b</sup>	10,18 <sup>b</sup>	2,68 <sup>b-d</sup>	0,18 <sup>bc</sup>	6,17 <sup>a-c</sup>
	Yüksek Doz	315,73 <sup>ab</sup>	5,60 <sup>e</sup>	87,22 <sup>bc</sup>	210,29 <sup>c</sup>	64,79 <sup>b</sup>	3,33 <sup>ef</sup>	59,33 <sup>bc</sup>	9,64 <sup>bc</sup>	2,36 <sup>c-f</sup>	0,09 <sup>bc</sup>	6,24 <sup>ab</sup>
<b>SEM</b>		<b>3,59</b>	<b>0,02</b>	<b>1,30</b>	<b>1,82</b>	<b>1,13</b>	<b>0,26</b>	<b>2,27</b>	<b>1,12</b>	<b>0,32</b>	<b>0,17</b>	<b>0,40</b>
	Dönem	0,901	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Katkı	0,002	<0,001	0,049	0,428	<0,001	0,001	<0,001	0,006	0,005	<0,001	0,121
	Dönem X Katkı	0,015	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, ÇO: Çiçeklenme ortası ÇS: Çiçeklenme sonu, Düşük Doz: 1x 10<sup>5</sup> kob/g, Orta Doz: 5x 10<sup>5</sup> kob/g, Yüksek Doz: 1x 10<sup>6</sup> kob/g, KM: Kuru madde, SÇK: Suda çözülebilir karbohidrat, NH<sub>3</sub>-N: Amonyak azotu, HP: Ham protein, HK: Ham kül, LA: Laktik asit, AA: Asetik asit, PA: Propiyonik asit, BA: Bütirik asit, KMK: Kuru madde kaybı

<sup>a-f</sup> Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05).

**Çizelge 4.3.** Fermantasyonun 4. gününde açılan silajların kimyasal analiz sonuçları, g/kg KM

Dönem	Katkı	KM	pH	HK	HP	NH <sub>3</sub> -N	SÇK	LA	AA	PA	BA	KMK
ÇB		312,96 <sup>a</sup>	5,87 <sup>a</sup>	86,46 <sup>b</sup>	229,85 <sup>a</sup>	61,89 <sup>c</sup>	15,78 <sup>a</sup>	53,45 <sup>c</sup>	2,75 <sup>c</sup>	2,57 <sup>b</sup>	0,06 <sup>a</sup>	5,56 <sup>c</sup>
ÇO		303,94 <sup>b</sup>	5,21 <sup>c</sup>	84,87 <sup>b</sup>	209,16 <sup>b</sup>	74,55 <sup>b</sup>	5,97 <sup>b</sup>	94,39 <sup>a</sup>	3,39 <sup>b</sup>	1,74 <sup>c</sup>	0,02 <sup>b</sup>	6,85 <sup>b</sup>
ÇS		309,87 <sup>a</sup>	5,39 <sup>b</sup>	90,02 <sup>a</sup>	207,86 <sup>b</sup>	83,28 <sup>a</sup>	4,75 <sup>c</sup>	65,71 <sup>b</sup>	15,29 <sup>a</sup>	3,84 <sup>a</sup>	0,06 <sup>a</sup>	9,83 <sup>a</sup>
<b>SEM</b>		<b>1,79</b>	<b>0,01</b>	<b>0,80</b>	<b>1,93</b>	<b>1,01</b>	<b>0,34</b>	<b>1,76</b>	<b>0,16</b>	<b>0,10</b>	<b>0,01</b>	<b>0,24</b>
	Kontrol	310,35 <sup>ab</sup>	5,67 <sup>a</sup>	88,41 <sup>a</sup>	216,83	77,58 <sup>a</sup>	9,96 <sup>b</sup>	59,37 <sup>c</sup>	6,94	2,96 <sup>a</sup>	0,14 <sup>a</sup>	8,30 <sup>a</sup>
	Düşük Doz	307,00 <sup>b</sup>	5,48 <sup>b</sup>	86,82 <sup>ab</sup>	213,84	74,69 <sup>ab</sup>	9,94 <sup>b</sup>	70,93 <sup>b</sup>	7,31	3,11 <sup>a</sup>	0,02 <sup>b</sup>	7,11 <sup>b</sup>
	Orta Doz	304,66 <sup>b</sup>	5,49 <sup>b</sup>	88,46 <sup>a</sup>	216,41	71,79 <sup>bc</sup>	11,74 <sup>a</sup>	73,44 <sup>b</sup>	7,26	2,52 <sup>b</sup>	0,02 <sup>b</sup>	7,44 <sup>b</sup>
	Yüksek Doz	313,68 <sup>a</sup>	5,33 <sup>c</sup>	84,79 <sup>b</sup>	215,41	68,89 <sup>c</sup>	3,70 <sup>c</sup>	81,00 <sup>a</sup>	7,06	2,28 <sup>b</sup>	0,02 <sup>b</sup>	6,81 <sup>b</sup>
<b>SEM</b>		<b>2,07</b>	<b>0,01</b>	<b>0,92</b>	<b>2,22</b>	<b>1,16</b>	<b>0,40</b>	<b>2,03</b>	<b>0,18</b>	<b>0,11</b>	<b>0,01</b>	<b>0,28</b>
ÇB	Kontrol	306,05 <sup>b-d</sup>	6,19 <sup>a</sup>	90,94 <sup>a</sup>	225,49 <sup>bc</sup>	65,71 <sup>fg</sup>	18,64 <sup>b</sup>	33,07 <sup>g</sup>	3,78 <sup>cd</sup>	3,66 <sup>b</sup>	0,22 <sup>a</sup>	5,71 <sup>ef</sup>
	Düşük Doz	321,21 <sup>a</sup>	5,84 <sup>b</sup>	89,37 <sup>a</sup>	221,64 <sup>b-d</sup>	60,73 <sup>gh</sup>	19,90 <sup>ab</sup>	54,57 <sup>f</sup>	3,05 <sup>de</sup>	2,75 <sup>c</sup>	0,00 <sup>c</sup>	6,41 <sup>de</sup>
	Orta Doz	311,89 <sup>a-c</sup>	5,76 <sup>c</sup>	88,64 <sup>ab</sup>	231,87 <sup>ab</sup>	61,94 <sup>gh</sup>	20,80 <sup>a</sup>	57,23 <sup>ef</sup>	2,05 <sup>e</sup>	2,06 <sup>d</sup>	0,00 <sup>c</sup>	5,72 <sup>ef</sup>
	Yüksek Doz	312,70 <sup>a-c</sup>	5,70 <sup>d</sup>	76,89 <sup>d</sup>	240,42 <sup>a</sup>	59,17 <sup>h</sup>	3,79 <sup>fg</sup>	68,95 <sup>cd</sup>	2,14 <sup>e</sup>	1,80 <sup>de</sup>	0,00 <sup>c</sup>	4,42 <sup>f</sup>
ÇO	Kontrol	30320 <sup>cd</sup>	5,32 <sup>gh</sup>	84,15 <sup>bc</sup>	219,45 <sup>c-e</sup>	78,93 <sup>bc</sup>	7,60 <sup>cd</sup>	87,20 <sup>b</sup>	2,93 <sup>de</sup>	2,01 <sup>d</sup>	0,09 <sup>b</sup>	7,59 <sup>cd</sup>
	Düşük Doz	301,88 <sup>cd</sup>	5,19 <sup>i</sup>	81,82 <sup>c</sup>	208,36 <sup>e-f</sup>	77,45 <sup>cd</sup>	6,27 <sup>de</sup>	95,58 <sup>ab</sup>	2,59 <sup>e</sup>	1,85 <sup>de</sup>	0,00 <sup>c</sup>	6,89 <sup>c-e</sup>
	Orta Doz	298,26 <sup>d</sup>	5,37 <sup>fg</sup>	86,52 <sup>a-c</sup>	206,39 <sup>f</sup>	69,42 <sup>ef</sup>	5,08 <sup>ef</sup>	94,89 <sup>ab</sup>	3,86 <sup>cd</sup>	1,71 <sup>de</sup>	0,00 <sup>c</sup>	7,04 <sup>c-e</sup>
	Yüksek Doz	312,44 <sup>a-c</sup>	4,98 <sup>j</sup>	87,01 <sup>ab</sup>	202,43 <sup>f</sup>	72,41 <sup>de</sup>	4,94 <sup>ef</sup>	99,90 <sup>a</sup>	4,18 <sup>c</sup>	1,38 <sup>e</sup>	0,00 <sup>c</sup>	5,87 <sup>e-f</sup>
ÇS	Kontrol	321,81 <sup>a</sup>	5,50 <sup>e</sup>	90,13 <sup>a</sup>	205,56 <sup>f</sup>	88,09 <sup>a</sup>	3,65 <sup>fg</sup>	57,83 <sup>ef</sup>	14,12 <sup>b</sup>	3,21 <sup>bc</sup>	0,10 <sup>b</sup>	11,59 <sup>a</sup>
	Düşük Doz	297,90 <sup>d</sup>	5,41 <sup>f</sup>	89,29 <sup>a</sup>	211,53 <sup>d-f</sup>	85,91 <sup>a</sup>	3,64 <sup>fg</sup>	62,64 <sup>d-f</sup>	16,30 <sup>a</sup>	4,74 <sup>a</sup>	0,05 <sup>bc</sup>	8,03 <sup>c</sup>
	Orta Doz	303,84 <sup>cd</sup>	5,34 <sup>gh</sup>	90,21 <sup>a</sup>	210,98 <sup>d-f</sup>	84,02 <sup>ab</sup>	9,33 <sup>c</sup>	68,22 <sup>c-e</sup>	15,85 <sup>a</sup>	3,77 <sup>b</sup>	0,06 <sup>b</sup>	9,56 <sup>b</sup>
	Yüksek Doz	315,92 <sup>ab</sup>	5,30 <sup>h</sup>	90,47 <sup>a</sup>	203,38 <sup>f</sup>	75,08 <sup>c-e</sup>	2,38 <sup>g</sup>	74,16 <sup>c</sup>	14,87 <sup>b</sup>	3,65 <sup>b</sup>	0,05 <sup>bc</sup>	10,15 <sup>b</sup>
<b>SEM</b>		<b>3,58</b>	<b>0,02</b>	<b>1,59</b>	<b>3,85</b>	<b>2,01</b>	<b>0,69</b>	<b>3,52</b>	<b>0,32</b>	<b>0,19</b>	<b>0,02</b>	<b>0,49</b>
	Dönem	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	<0,001
	Katkı	0,027	<0,001	0,030	0,784	<0,001	<0,001	<0,001	0,464	<0,001	<0,001	0,006
	Dönem X Katkı	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, ÇO: Çiçeklenme ortası ÇS: Çiçeklenme sonu, Düşük Doz: 1x 10<sup>5</sup> kob/g, Orta Doz: 5x 10<sup>5</sup> kob/g, Yüksek Doz: 1x 10<sup>6</sup> kob/g, KM: Kuru madde, SÇK: Suda çözülebilir karbonhidrat, NH<sub>3</sub>-N: Amonyak azotu, HP: Ham protein, HK: Ham kül, LA: Laktik asit, AA: Asetik asit, PA: Propiyonik asit, BA: Bütirik asit, KMK: Kuru madde kaybı

<sup>a-f</sup>Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05).

**Çizelge 4.4.** Fermantasyonun 8. gününde açılan silajların kimyasal analiz sonuçları, g/kg KM

Dönem	Katkı	KM	pH	HK	HP	NH <sub>3</sub> -N	SÇK	LA	AA	PA	BA	KMK
ÇB		316,88 <sup>a</sup>	5,36 <sup>a</sup>	91,98 <sup>a</sup>	219,09 <sup>a</sup>	83,51 <sup>c</sup>	10,42 <sup>a</sup>	90,35 <sup>ab</sup>	3,33 <sup>b</sup>	2,52 <sup>b</sup>	0,12 <sup>a</sup>	7,97 <sup>b</sup>
ÇO		299,39 <sup>b</sup>	5,11 <sup>c</sup>	83,02 <sup>c</sup>	207,84 <sup>b</sup>	88,02 <sup>b</sup>	3,86 <sup>b</sup>	93,51 <sup>a</sup>	16,08 <sup>a</sup>	2,27 <sup>c</sup>	0,06 <sup>b</sup>	8,06 <sup>b</sup>
ÇS		321,28 <sup>a</sup>	5,20 <sup>b</sup>	88,54 <sup>b</sup>	205,41 <sup>b</sup>	95,59 <sup>a</sup>	1,44 <sup>c</sup>	82,95 <sup>b</sup>	17,60 <sup>a</sup>	3,67 <sup>a</sup>	0,12 <sup>a</sup>	11,16 <sup>a</sup>
<b>SEM</b>		<b>1,84</b>	<b>0,01</b>	<b>0,43</b>	<b>1,13</b>	<b>1,02</b>	<b>0,08</b>	<b>2,70</b>	<b>0,65</b>	<b>0,07</b>	<b>0,02</b>	<b>0,17</b>
	Kontrol	313,42 <sup>ab</sup>	5,35 <sup>a</sup>	86,28 <sup>b</sup>	202,81 <sup>c</sup>	93,02 <sup>a</sup>	4,25 <sup>b</sup>	82,23 <sup>b</sup>	12,03	3,15 <sup>a</sup>	0,09	9,62 <sup>a</sup>
	Düşük Doz	310,68 <sup>b</sup>	5,22 <sup>b</sup>	88,91 <sup>a</sup>	215,80 <sup>a</sup>	89,67 <sup>ab</sup>	3,15 <sup>c</sup>	87,14 <sup>b</sup>	12,07	2,95 <sup>ab</sup>	0,14	9,59 <sup>a</sup>
	Orta Doz	308,12 <sup>b</sup>	5,21 <sup>b</sup>	87,95 <sup>a</sup>	210,56 <sup>b</sup>	87,50 <sup>bc</sup>	6,77 <sup>a</sup>	80,71 <sup>b</sup>	12,93	2,73 <sup>b</sup>	0,07	8,31 <sup>b</sup>
	Yüksek Doz	317,83 <sup>a</sup>	5,12 <sup>c</sup>	88,24 <sup>a</sup>	213,94 <sup>ab</sup>	85,95 <sup>c</sup>	6,78 <sup>a</sup>	105,68 <sup>a</sup>	12,31	2,45 <sup>c</sup>	0,09	8,73 <sup>b</sup>
<b>SEM</b>		<b>2,13</b>	<b>0,01</b>	<b>0,50</b>	<b>1,31</b>	<b>1,18</b>	<b>0,10</b>	<b>3,12</b>	<b>0,75</b>	<b>0,08</b>	<b>0,02</b>	<b>0,19</b>
ÇB	Kontrol	310,95 <sup>c-e</sup>	5,59 <sup>a</sup>	89,32 <sup>bc</sup>	204,86 <sup>e-g</sup>	89,94 <sup>b-e</sup>	6,00 <sup>b</sup>	71,61 <sup>d</sup>	2,59 <sup>c</sup>	2,77 <sup>d-f</sup>	0,02 <sup>d</sup>	8,76 <sup>c</sup>
	Düşük Doz	317,46 <sup>a-c</sup>	5,27 <sup>bc</sup>	94,95 <sup>a</sup>	223,43 <sup>ab</sup>	81,34 <sup>f</sup>	3,64 <sup>d</sup>	83,11 <sup>cd</sup>	2,47 <sup>c</sup>	2,88 <sup>de</sup>	0,18 <sup>ab</sup>	7,65 <sup>de</sup>
	Orta Doz	315,79 <sup>a-d</sup>	5,29 <sup>b</sup>	91,73 <sup>b</sup>	218,59 <sup>bc</sup>	80,73 <sup>f</sup>	16,07 <sup>a</sup>	93,88 <sup>bc</sup>	3,78 <sup>c</sup>	2,16 <sup>gh</sup>	0,10 <sup>a-d</sup>	8,36 <sup>cd</sup>
	Yüksek Doz	323,32 <sup>ab</sup>	5,30 <sup>b</sup>	91,93 <sup>b</sup>	229,47 <sup>a</sup>	82,04 <sup>f</sup>	15,96 <sup>a</sup>	112,82 <sup>a</sup>	4,47 <sup>c</sup>	2,28 <sup>gh</sup>	0,18 <sup>ab</sup>	7,11 <sup>ef</sup>
ÇO	Kontrol	302,54 <sup>ef</sup>	5,18 <sup>d</sup>	81,44 <sup>e</sup>	202,50 <sup>fg</sup>	86,66 <sup>d-f</sup>	4,57 <sup>c</sup>	89,24 <sup>bc</sup>	14,72 <sup>ab</sup>	2,36 <sup>f-h</sup>	0,07 <sup>b-d</sup>	8,38 <sup>cd</sup>
	Düşük Doz	295,17 <sup>f</sup>	5,14 <sup>e</sup>	82,23 <sup>de</sup>	210,88 <sup>de</sup>	94,07 <sup>b</sup>	4,43 <sup>c</sup>	90,68 <sup>bc</sup>	17,34 <sup>ab</sup>	2,47 <sup>e-g</sup>	0,08 <sup>a-d</sup>	8,89 <sup>c</sup>
	Orta Doz	295,53 <sup>f</sup>	5,14 <sup>e</sup>	84,34 <sup>d</sup>	209,24 <sup>d-f</sup>	87,24 <sup>c-f</sup>	3,12 <sup>e</sup>	93,63 <sup>bc</sup>	18,11 <sup>ab</sup>	2,33 <sup>f-h</sup>	0,05 <sup>cd</sup>	6,22 <sup>f</sup>
	Yüksek Doz	304,31 <sup>d-f</sup>	4,98 <sup>g</sup>	84,06 <sup>de</sup>	208,72 <sup>d-f</sup>	84,09 <sup>ef</sup>	3,31 <sup>de</sup>	100,41 <sup>a-c</sup>	14,16 <sup>b</sup>	1,91 <sup>g</sup>	0,03 <sup>cd</sup>	8,74 <sup>c</sup>
ÇS	Kontrol	326,77 <sup>a</sup>	5,29 <sup>b</sup>	88,09 <sup>c</sup>	201,07 <sup>g</sup>	102,44 <sup>a</sup>	2,19 <sup>f</sup>	85,75 <sup>cd</sup>	18,79 <sup>a</sup>	4,34 <sup>a</sup>	0,20 <sup>a</sup>	11,73 <sup>a</sup>
	Düşük Doz	319,42 <sup>a-c</sup>	5,24 <sup>c</sup>	89,56 <sup>bc</sup>	213,09 <sup>cd</sup>	93,60 <sup>bc</sup>	1,37 <sup>g</sup>	87,63 <sup>b-d</sup>	16,41 <sup>ab</sup>	3,48 <sup>bc</sup>	0,14 <sup>a-c</sup>	12,23 <sup>a</sup>
	Orta Doz	313,05 <sup>b-e</sup>	5,20 <sup>d</sup>	87,78 <sup>c</sup>	203,84 <sup>e-g</sup>	94,53 <sup>b</sup>	1,14 <sup>g</sup>	54,61 <sup>e</sup>	16,90 <sup>ab</sup>	3,69 <sup>b</sup>	0,07 <sup>b-d</sup>	10,36 <sup>b</sup>
	Yüksek Doz	325,88 <sup>a</sup>	5,08 <sup>f</sup>	88,74 <sup>c</sup>	203,63 <sup>e-g</sup>	91,77 <sup>b-d</sup>	1,07 <sup>g</sup>	103,81 <sup>ab</sup>	18,30 <sup>ab</sup>	3,16 <sup>cd</sup>	0,05 <sup>cd</sup>	10,33 <sup>b</sup>
<b>SEM</b>		<b>3,68</b>	<b>0,01</b>	<b>0,87</b>	<b>2,27</b>	<b>2,05</b>	<b>0,17</b>	<b>5,40</b>	<b>1,30</b>	<b>0,15</b>	<b>0,04</b>	<b>0,33</b>
	Dönem	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,031	<0,001	<0,001	0,045	<0,001
	Katkı	0,023	<0,001	0,008	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	0,819	<0,001	0,201	<0,001
	Dönem X Katkı	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,014	<0,001

ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, ÇO: Çiçeklenme ortası ÇS: Çiçeklenme sonu, Düşük Doz: 1x 10<sup>5</sup> kob/g, Orta Doz: 5x 10<sup>5</sup> kob/g, Yüksek Doz: 1x 10<sup>6</sup> kob/g, KM: Kuru madde, SÇK: Suda çözülebilir karbohidrat, NH<sub>3</sub>-N: Amonyak azotu, HP: Ham protein, HK: Ham kül, LA: Laktik asit, AA: Asetik asit, PA: Propiyonik asit, BA: Bütirik asit, KMK: Kuru madde kaybı

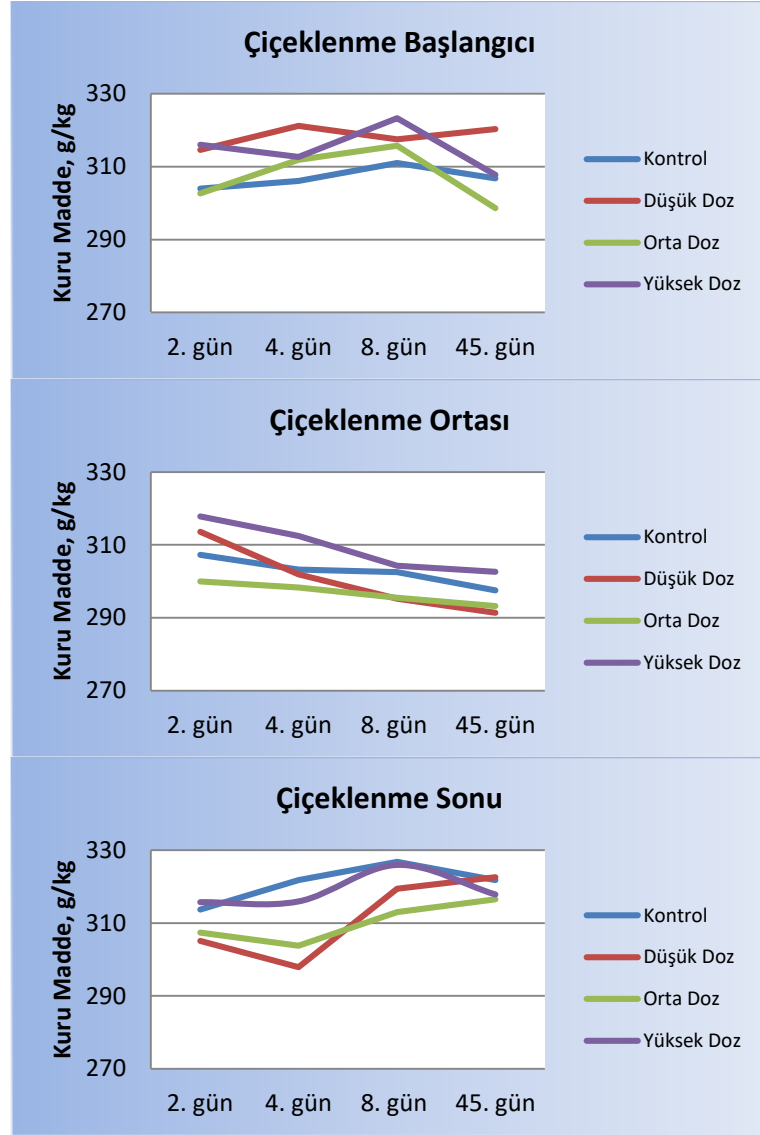
<sup>a-f</sup>Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05).

**Çizelge 4.5.** Fermantasyonun 45. gününde açılan silajların kimyasal analiz sonuçları, g/kg KM

Dönem	Katkı	KM	pH	HK	HP	NH <sub>3</sub> -N	SÇK	LA	AA	PA	BA	KMK
<b>ÇB</b>		308,39 <sup>b</sup>	5,01 <sup>a</sup>	92,16	221,55 <sup>a</sup>	109,62 <sup>a</sup>	10,49 <sup>a</sup>	107,96 <sup>a</sup>	28,84 <sup>a</sup>	4,23 <sup>a</sup>	0,00 <sup>b</sup>	20,28
<b>ÇO</b>		296,17 <sup>c</sup>	4,94 <sup>b</sup>	90,17	209,20 <sup>b</sup>	97,36 <sup>b</sup>	2,49 <sup>c</sup>	103,08 <sup>a</sup>	13,84 <sup>b</sup>	2,88 <sup>b</sup>	14,69 <sup>a</sup>	22,37
<b>ÇS</b>		319,67 <sup>a</sup>	4,87 <sup>b</sup>	93,90	209,92 <sup>b</sup>	76,61 <sup>c</sup>	5,37 <sup>b</sup>	80,99 <sup>b</sup>	13,81 <sup>b</sup>	2,69 <sup>b</sup>	1,71 <sup>b</sup>	21,39
<b>SEM</b>		<b>1,97</b>	<b>0,02</b>	<b>1,04</b>	<b>1,98</b>	<b>2,23</b>	<b>0,39</b>	<b>2,18</b>	<b>1,33</b>	<b>0,19</b>	<b>0,96</b>	<b>0,98</b>
	Kontrol	308,69	5,10 <sup>a</sup>	91,54	207,51 <sup>b</sup>	107,56 <sup>a</sup>	5,88 <sup>b</sup>	87,39 <sup>b</sup>	17,04	3,58	4,79	23,03
	Düşük Doz	311,45	4,90 <sup>bc</sup>	91,23	217,90 <sup>a</sup>	89,63 <sup>b</sup>	8,08 <sup>a</sup>	98,54 <sup>a</sup>	18,78	3,40	5,96	22,40
	Orta Doz	302,77	4,93 <sup>b</sup>	93,49	217,66 <sup>a</sup>	92,77 <sup>b</sup>	6,65 <sup>b</sup>	100,25 <sup>a</sup>	19,01	2,98	5,57	20,18
	Yüksek Doz	309,40	4,83 <sup>c</sup>	92,03	211,15 <sup>ab</sup>	88,15 <sup>b</sup>	3,85 <sup>c</sup>	103,18 <sup>a</sup>	20,50	3,11	5,54	19,79
<b>SEM</b>		<b>2,28</b>	<b>0,03</b>	<b>1,20</b>	<b>2,28</b>	<b>2,58</b>	<b>0,45</b>	<b>2,52</b>	<b>1,53</b>	<b>0,23</b>	<b>1,11</b>	<b>1,14</b>
<b>ÇB</b>	Kontrol	306,82 <sup>bc</sup>	5,18 <sup>a</sup>	90,37	214,40 <sup>a-d</sup>	125,63 <sup>a</sup>	12,37 <sup>b</sup>	93,80 <sup>bc</sup>	22,74 <sup>bc</sup>	4,45 <sup>a</sup>	0,00 <sup>b</sup>	21,69
	Düşük Doz	320,31 <sup>a</sup>	4,92 <sup>bc</sup>	90,72	225,84 <sup>a</sup>	101,27 <sup>bc</sup>	15,98 <sup>a</sup>	116,37 <sup>a</sup>	28,32 <sup>ab</sup>	4,36 <sup>a</sup>	0,00 <sup>b</sup>	22,50
	Orta Doz	298,61 <sup>cd</sup>	5,02 <sup>b</sup>	93,43	225,50 <sup>a</sup>	107,82 <sup>b</sup>	10,17 <sup>b</sup>	109,56 <sup>a</sup>	29,97 <sup>ab</sup>	3,71 <sup>ab</sup>	0,00 <sup>b</sup>	18,85
	Yüksek Doz	307,81 <sup>bc</sup>	4,91 <sup>bc</sup>	94,11	220,46 <sup>ab</sup>	103,74 <sup>bc</sup>	3,41 <sup>de</sup>	112,08 <sup>a</sup>	34,35 <sup>a</sup>	4,40 <sup>a</sup>	0,00 <sup>b</sup>	18,09
<b>ÇO</b>	Kontrol	297,47 <sup>cd</sup>	5,20 <sup>a</sup>	88,67	202,36 <sup>d</sup>	111,64 <sup>b</sup>	3,41 <sup>de</sup>	91,36 <sup>bc</sup>	14,05 <sup>cd</sup>	3,41 <sup>a-c</sup>	13,03 <sup>a</sup>	23,08
	Düşük Doz	291,44 <sup>d</sup>	4,87 <sup>bc</sup>	90,60	217,75 <sup>a-c</sup>	89,67 <sup>c-e</sup>	1,78 <sup>e</sup>	96,24 <sup>b</sup>	14,23 <sup>cd</sup>	3,07 <sup>bc</sup>	16,61 <sup>a</sup>	23,10
	Orta Doz	293,18 <sup>d</sup>	4,89 <sup>bc</sup>	93,76	210,36 <sup>b-d</sup>	98,66 <sup>b-d</sup>	2,10 <sup>e</sup>	110,11 <sup>a</sup>	12,41 <sup>d</sup>	2,43 <sup>bc</sup>	14,61 <sup>a</sup>	22,17
	Yüksek Doz	302,59 <sup>cd</sup>	4,78 <sup>c</sup>	87,65	206,33 <sup>cd</sup>	89,47 <sup>c-e</sup>	2,66 <sup>e</sup>	114,61 <sup>a</sup>	14,65 <sup>cd</sup>	2,59 <sup>bc</sup>	14,48 <sup>a</sup>	21,13
<b>ÇS</b>	Kontrol	321,78 <sup>a</sup>	4,91 <sup>bc</sup>	95,58	205,77 <sup>cd</sup>	85,43 <sup>d-f</sup>	1,86 <sup>e</sup>	77,00 <sup>d</sup>	14,33 <sup>cd</sup>	2,87 <sup>bc</sup>	1,33 <sup>b</sup>	24,31
	Düşük Doz	322,59 <sup>a</sup>	4,90 <sup>bc</sup>	92,39	210,11 <sup>b-d</sup>	77,95 <sup>e-g</sup>	6,47 <sup>c</sup>	83,00 <sup>b-d</sup>	13,77 <sup>d</sup>	2,78 <sup>bc</sup>	1,26 <sup>b</sup>	21,59
	Orta Doz	316,52 <sup>ab</sup>	4,87 <sup>bc</sup>	93,29	217,13 <sup>a-c</sup>	71,83 <sup>fg</sup>	7,66 <sup>c</sup>	81,08 <sup>cd</sup>	14,64 <sup>cd</sup>	2,78 <sup>bc</sup>	2,10 <sup>b</sup>	19,53
	Yüksek Doz	317,81 <sup>ab</sup>	4,79 <sup>c</sup>	94,33	206,66 <sup>cd</sup>	71,26 <sup>g</sup>	5,47 <sup>cd</sup>	82,86 <sup>b-d</sup>	12,49 <sup>d</sup>	2,34 <sup>c</sup>	2,15 <sup>b</sup>	20,15
<b>SEM</b>		<b>3,95</b>	<b>0,05</b>	<b>2,07</b>	<b>3,96</b>	<b>4,47</b>	<b>0,79</b>	<b>4,37</b>	<b>2,66</b>	<b>0,39</b>	<b>1,92</b>	<b>1,97</b>
	Dönem	<0,001	0,002	0,057	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,341
	Katkı	0,070	<0,001	0,562	0,008	<0,001	<0,001	0,001	0,479	0,246	0,899	0,142
	Dönem X Katkı	<0,001	<0,001	0,238	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	0,548

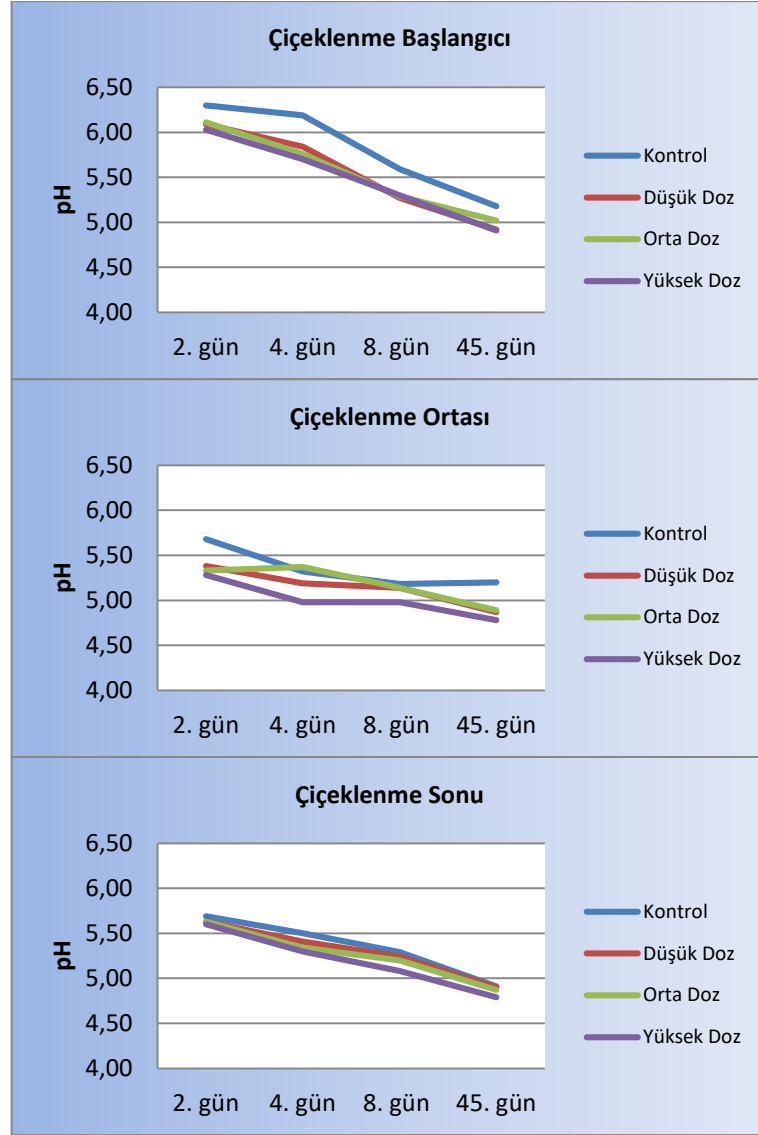
ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, ÇO: Çiçeklenme ortası ÇS: Çiçeklenme sonu, Düşük Doz:  $1 \times 10^5$  kob/g, Orta Doz:  $5 \times 10^5$  kob/g, Yüksek Doz:  $1 \times 10^6$  kob/g, KM: Kuru madde, SÇK: Suda çözülebilir karbonhidrat, NH<sub>3</sub>-N: Amonyak azotu, HP: Ham protein, HK: Ham kül, LA: Laktik asit, AA: Asetik asit, PA: Propiyonik asit, BA: Bütirik asit, KMK: Kuru madde kaybı

<sup>a-f</sup>Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05).



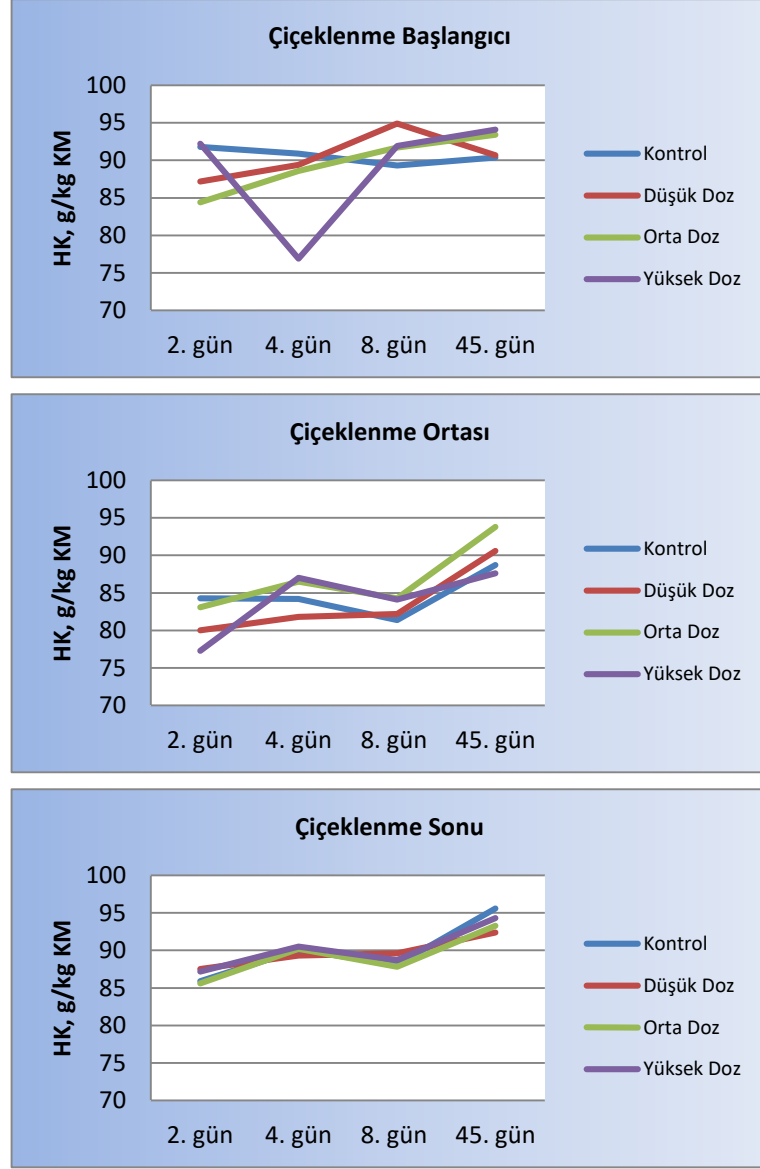
Şekil 4.1. Yonca silajlarında kuru madde farklılıkları

Taze yoncanın KM içerikleri çiçeklenme başlangıcında 317,2 g/kg, çiçeklenme ortasında 323,0 g/kg ve çiçeklenme sonunda 321,3 g/kg olarak saptandığı bu çalışmada, fermantasyon süresince yonca silajlarının KM içerikleri 291,4-326,8 g/kg arasında değişmiştir. Çalışmada, fermantasyonun 4., 8. ve 45. günlerinde çiçeklenme sonu dönemindeki silajların KM'sinin çiçeklenme başlangıcı ve çiçeklenme ortası dönemindeki silajlardan önemli düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir ( $P<0.01$ ). Fermantasyonun ilk günlerinde (2., 4. ve 8. gün) yüksek düzeyde LAB+E inokulantı kullanılan silajlarda KM miktarları diğer silajlara göre önemli düzeyde daha yüksek bulunurken ( $P<0.001$ ), fermantasyonun 45. gününde gruplar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu görülmüştür ( $P>0.05$ ).



**Şekil 4.2.** Yonca silajlarında pH farklılıkları

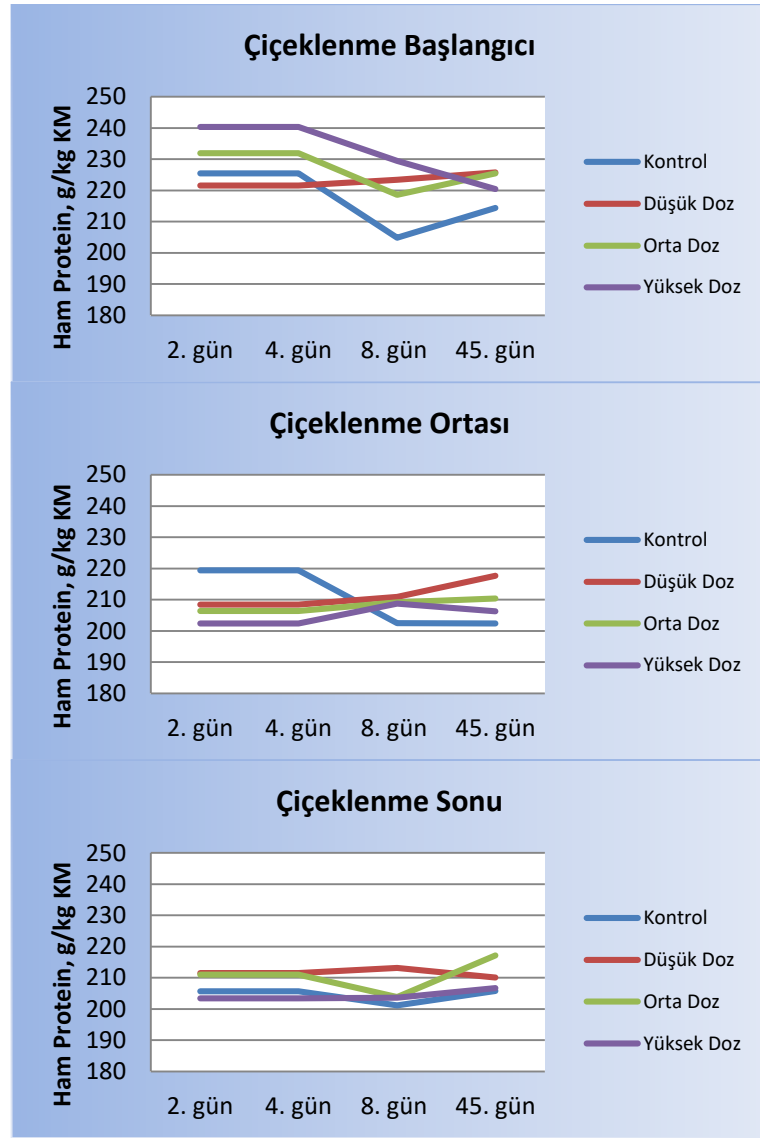
Taze yoncanın pH'sı çiçeklenme başlangıcında 6,11, çiçeklenme ortasında 6,03 ve çiçeklenme sonunda 6,03 olarak saptandığı bu çalışmada, fermantasyon süresince yonca silajlarının pH değerleri 4,78-6,30 arasında değişmiştir. Yonca silajlarının pH değerleri biçim döneminin ilerlemesine bağlı olarak önemli değişiklikler göstermişlerdir. Çiçeklenme ortası ve çiçeklenme sonundaki silajların pH'ları çiçeklenme başlangıcındaki silajlara göre önemli düzeyde daha düşük bulunmuştur ( $P<0.01$ ). Yonca bitkisine farklı düzeylerde LAB+E kullanılması genel olarak yonca silajlarının fermantasyon özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir. Kontrol grubu ile LAB+E kullanılan gruplar arasında önemli farklılıklar oluşmuştur. Yonca bitkisine LAB+E'nin katılması ile silajların pH'ları önemli düzeyde azaltmıştır ( $P<0.001$ ).



**Şekil 4.3.** Yonca silajlarında ham kül farklılıkları

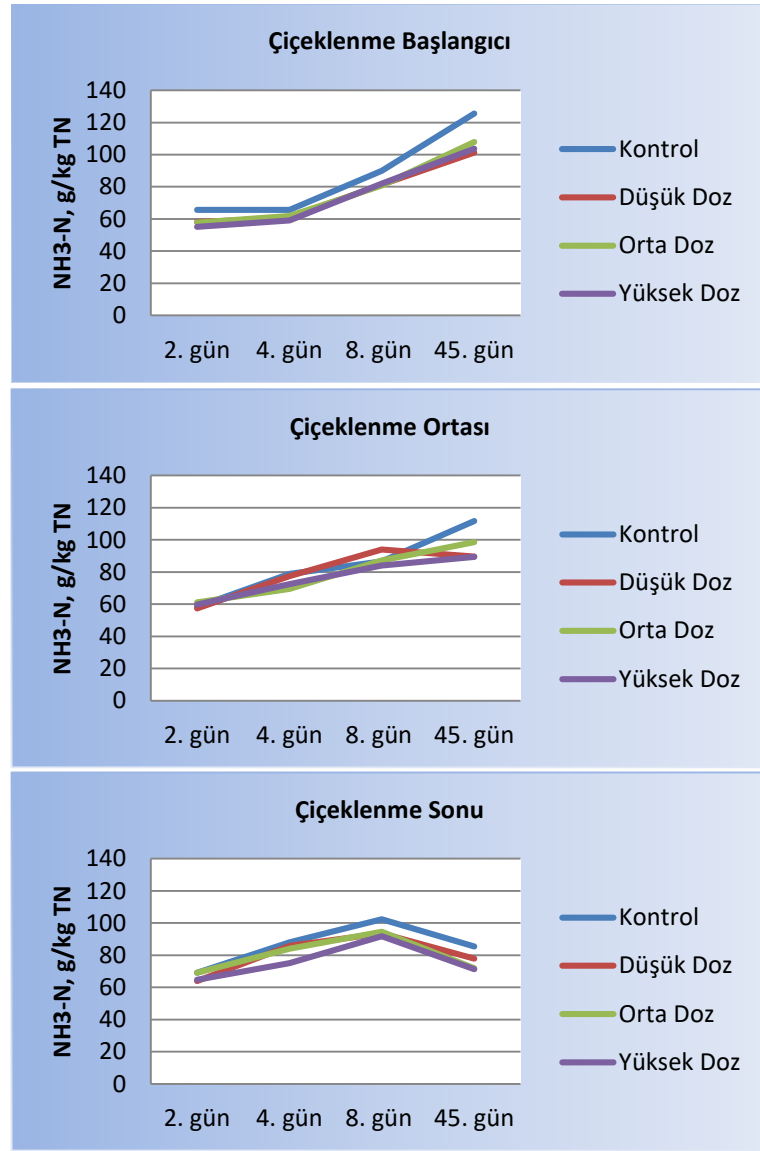
Taze yoncanın HK içerikleri çiçeklenme başlangıcında 83,6 g/kg KM, çiçeklenme ortasında 79,1 g/kg KM ve çiçeklenme sonunda 80,8 g/kg KM olarak saptandığı bu çalışmada, fermantasyon süresince yonca silajlarının HK içerikleri 77,3-95,6 g/kg KM arasında değişmiştir. Çalışmada, fermantasyonun ilk günlerinde (2., 4. ve 8. gün) çiçeklenme ortası dönemindeki silajların HK içerikleri çiçeklenme başlangıcı ve çiçeklenme sonu dönemindeki silajlardan önemli düzeyde daha düşük ( $P<0.001$ ) fermantasyonun 45. gününde ise gruplar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu belirlenmiştir. Fermantasyonun 45. gününde LAB+E inokulantı kullanımı silajların HK miktarları etkilememiştir ( $P>0.05$ ).





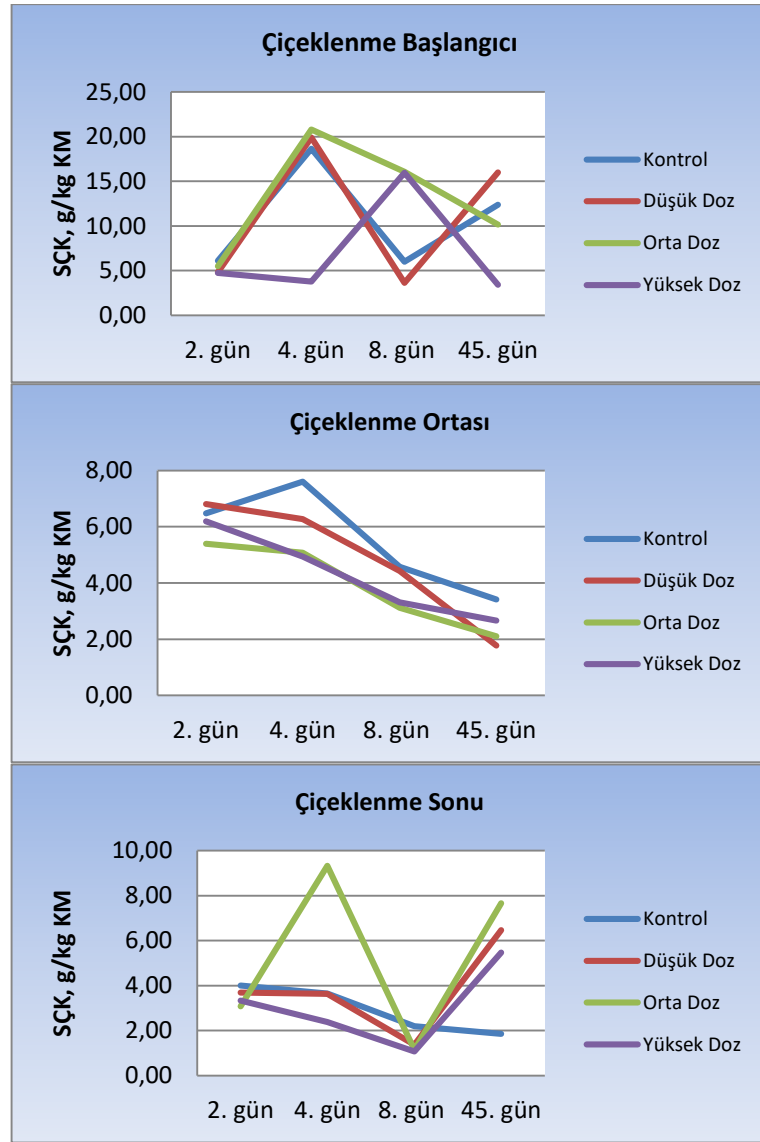
**Şekil 4.4.** Yonca silajlarında ham protein farklılıkları

Taze yoncanın HP içerikleri çiçeklenme başlangıcında 220,8 g/kg KM, çiçeklenme ortasında 211,6 g/kg KM ve çiçeklenme sonunda 207,0 g/kg KM olarak saptandığı bu çalışmada, fermantasyon süresince yonca silajlarının HP içerikleri 200,6-240,4 g/kg KM arasında değişmiştir. Çalışmada, yonca silajlarının HP içerikleri vejetasyonun ilerlemesine bağlı olarak önemli düzeyde azalmış ve fermantasyonun tüm dönemlerinde çiçeklenme başlangıcındaki silajların çiçeklenme ortası ve çiçeklenme sonundaki silajlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Fermantasyonun tüm dönemlerinde LAB+E inokulantı kullanılan silajlarda HP miktarları kontrol silajına göre önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur ( $P<0.001$ ).



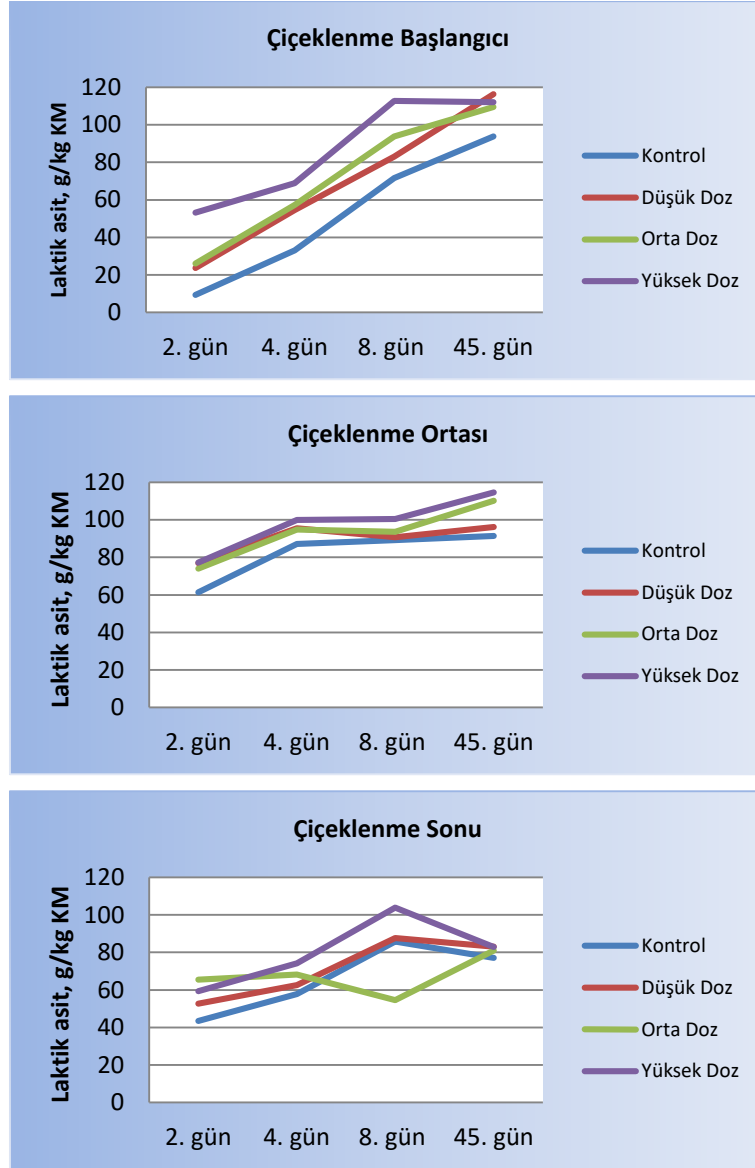
**Şekil 4.5.** Yonca silajlarında NH<sub>3</sub>-N farklılıkları

Yonca silajlarının fermantasyon süresince NH<sub>3</sub>-N içerikleri 55,17-125,63 g/kg TN arasında değişmiştir. Çalışmada, çiçeklenme başlangıcı ve çiçeklenme ortası dönemlerinde silolanan yonca silajlarının NH<sub>3</sub>-N içerikleri çiçeklenme sonu dönemindeki silajlara göre fermantasyonun ilk günlerinde (2., 4. ve 8. gün) önemli düzeyde daha düşük bulunurken (P<0.001), silolamanın son döneminde (45. gün) ise önemli düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır (P<0.001). Fermantasyonun tüm dönemlerinde LAB+E inokulantı kullanılan silajlarda NH<sub>3</sub>-N miktarları kontrol silajına göre önemli düzeyde daha düşük bulunmuştur (P<0.001).



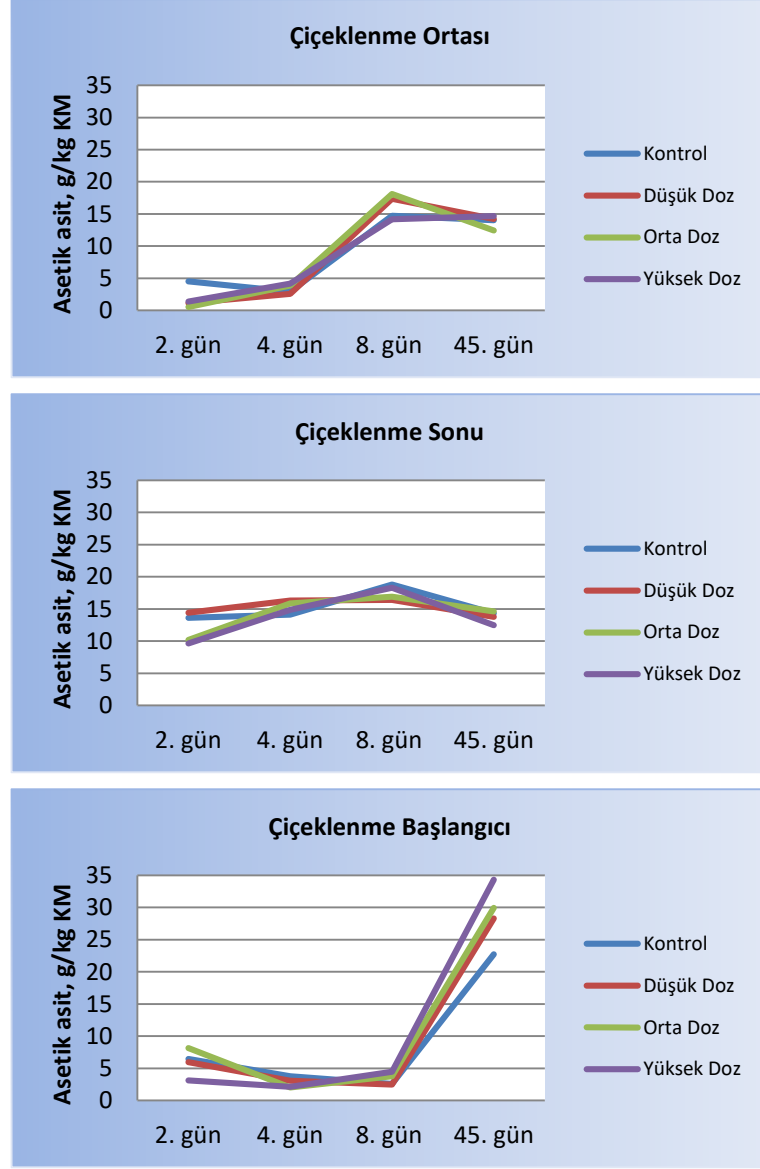
**Şekil 4.6.** Yonca silajlarında suda çözünebilir karbonhidratlar farklılıkları

Taze yoncanın SÇK içerikleri çiçeklenme başlangıcında 14,95 g/kg KM, çiçeklenme ortasında 14,08 g/kg KM ve çiçeklenme sonunda 12,20 g/kg KM olarak saptandığı bu çalışmada, fermantasyon süresince yonca silajlarının SÇK içerikleri 1,78-20,8 g/kg KM arasında değişmiştir. Çalışmada, yonca silajlarının SÇK içerikleri vejetasyonun ilerlemesine bağlı olarak önemli düzeyde azalmıştır. Fermantasyonun boyunca LAB+E inokulantı kullanılan silajların SÇK miktarları kontrol silajına göre önemli düzeyde daha düşük bulunmuştur ( $P<0.001$ ).



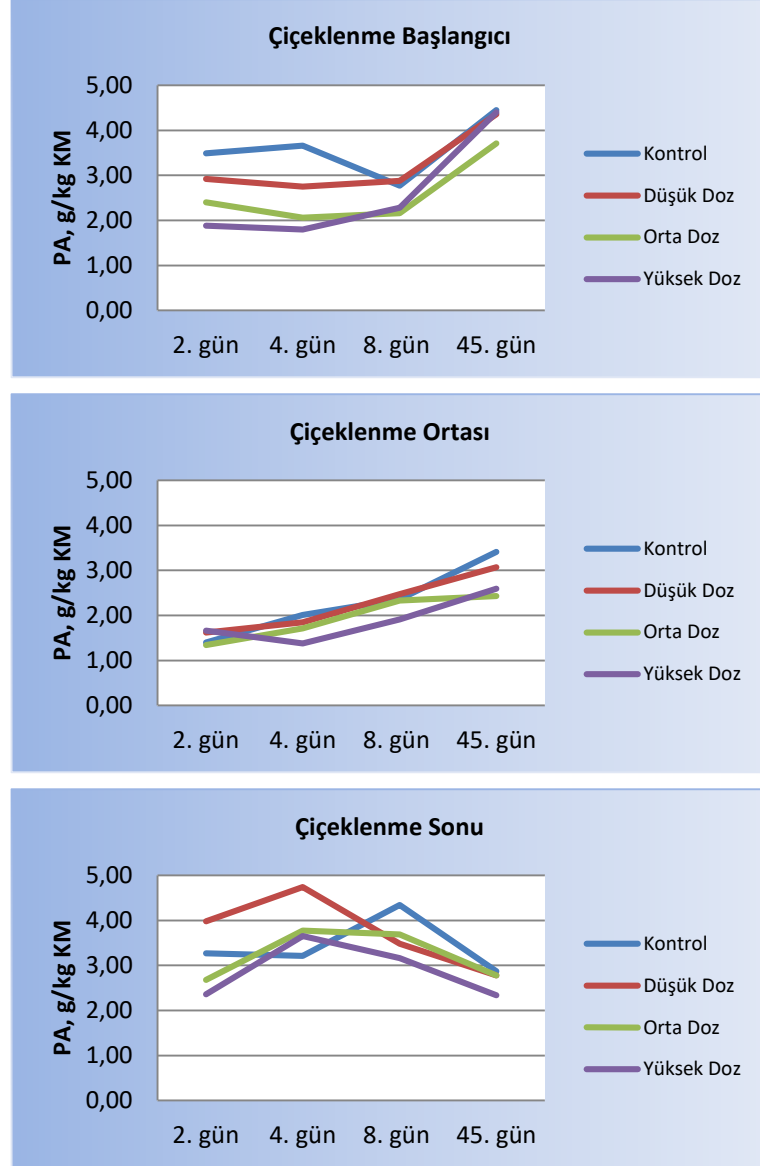
**Şekil 4.7.** Yonca silajlarında laktik asit farklılıkları

Yonca silajlarının fermantasyon süresince LA içerikleri 9,17-114,61 g/kg KM arasında değişmiştir. Çalışmada, çiçeklenme başlangıcı dönemlerinde silolanan yonca silajlarının LA içerikleri çiçeklenme ortası ve çiçeklenme sonu dönemlerindeki silajlara göre fermantasyonun ilk günlerinde (2. ve 4. gün) önemli düzeyde daha düşük bulunurken ( $P < 0.001$ ), silolamanın 8. ve 45. günlerinde ise çiçeklenme başlangıcı ve çiçeklenme ortası döneminde önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur ( $P < 0.001$ ). Fermantasyonun tüm dönemlerinde LAB+E inokulanı kullanılan silajlarda LA içerikleri kontrol silajına göre önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur ( $P < 0.001$ ).



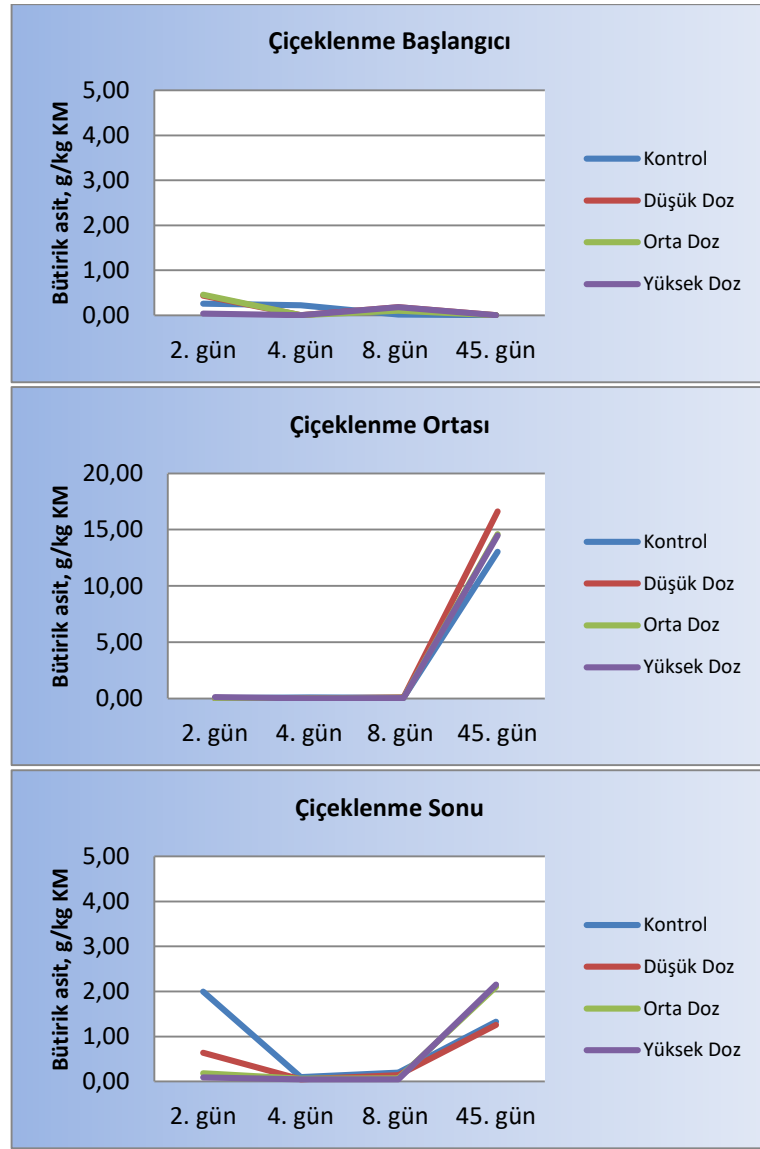
**Şekil 4.8.** Yonca silajlarında asetik asit farklılıkları

Yonca silajlarının fermantasyon süresince AA içerikleri 0,53-34,35 g/kg KM arasında değişmiştir. Çalışmada, çiçeklenme başlangıcı ve çiçeklenme ortası dönemlerinde silolanan yonca silajlarının AA içerikleri çiçeklenme sonu dönemlerindeki silajlara göre fermantasyonun ilk günlerinde (2. ve 4. gün) önemli düzeyde daha düşük bulunurken ( $P<0.001$ ), silolamanın 45. günlerinde ise çiçeklenme başlangıcı döneminde önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur ( $P<0.001$ ). Fermantasyonun 2. gününde orta ve yüksek düzeyde LAB+E inokulantı kullanılan silajların AA içerikleri diğer silajlara göre önemli düzeyde daha düşük bulunurken ( $P<0.001$ ), fermantasyonun 2., 4. ve 45. günlerinde ise gruplar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu görülmüştür.



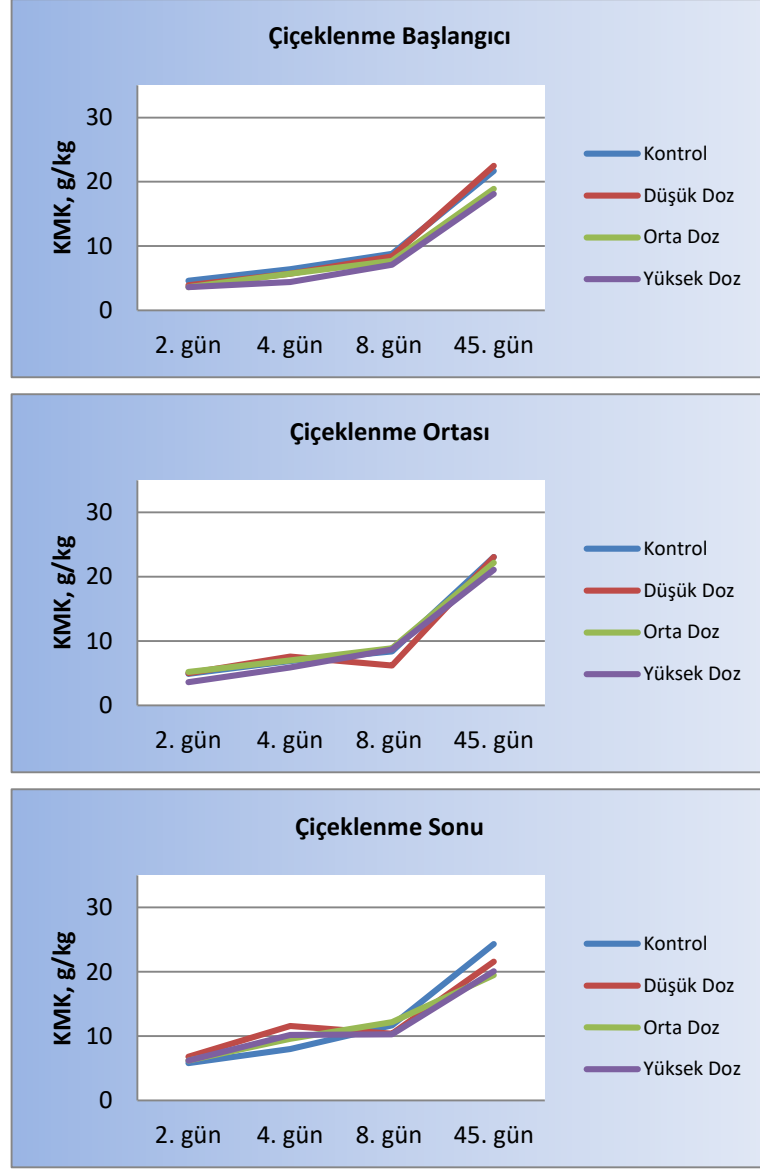
**Şekil 4.9.** Yonca silajlarında propiyonik asit farklılıkları

Yonca silajlarının fermantasyon süresince PA içerikleri 1,34-4,74 g/kg KM arasında değişmiştir. Çalışmada, çiçeklenme başlangıcı ve çiçeklenme ortası dönemlerinde silolanan yonca silajlarının PA içerikleri çiçeklenme sonu dönemlerindeki silajlara göre fermantasyonun ilk günlerinde (2., 4. ve 8. gün) önemli düzeyde daha düşük bulunurken ( $P<0.001$ ), silolamanın 45. günlerinde ise çiçeklenme başlangıcı döneminde önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur ( $P<0.001$ ). Fermantasyonun ilk günlerinde (2., 4. ve 8. gün) orta ve yüksek düzeyde LAB+E inokulantı kullanılan silajların PA içerikleri diğer silajlara göre önemli düzeyde daha düşük bulunurken ( $P<0.001$ ), fermantasyonun 45. günlerinde ise gruplar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu görülmüştür.



**Şekil 4.10.** Yonca silajlarında bütirik asit farklılıkları

Yonca silajlarının fermantasyon süresince BA içerikleri 0,00-16,61 g/kg KM arasında değişmiştir. Çalışmada, çiçeklenme ortası dönemlerinde silolanan yonca silajlarının BA içerikleri çiçeklenme başlangıcı ve çiçeklenme sonu dönemlerindeki silajlara göre fermantasyonun ilk günlerinde (2., 4. ve 8. gün) önemli düzeyde daha düşük bulunurken ( $P<0.001$ ), silolamanın 45. günlerinde ise önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur ( $P<0.001$ ). Fermantasyonun 2. ve 4. gününde LAB+E inokulantı kullanılan silajların BA içerikleri kontrol silajlarına göre önemli düzeyde daha düşük bulunurken ( $P<0.001$ ), fermantasyonun 8. ve 45. günlerinde ise gruplar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu görülmüştür.



**Şekil 4.11.** Yonca silajlarında kuru madde kaybı farklılıkları

Yonca silajlarının fermantasyon süresince KMK 3,6-24,3 g/kg arasında değişmiştir. Çalışmada, çiçeklenme sonu dönemlerinde silolanan yonca silajlarının KMK çiçeklenme başlangıcı ve çiçeklenme ortası dönemlerindeki silajlara göre fermantasyonun ilk günlerinde (2., 4. ve 8. gün) önemli düzeyde daha düşük bulunurken ( $P < 0.001$ ), silolamanın 45. günlerinde ise olgunlaşma dönemleri arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur ( $P > 0.05$ ). Fermantasyonun ilk günlerinde (2., 4. ve 8. gün) kontrol silajlarındaki KMK, LAB+E inokulantı kullanılan silajlardan önemli düzeyde daha yüksek bulunurken ( $P < 0.001$ ), fermantasyonun 45. günlerinde ise gruplar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu görülmüştür.



#### 4.2.2. Yonca Silajlarının Mikrobiyolojik Özellikleri İle İlgili Bulgular

Fermentasyonun 2.,4., 8. ve 45. gününde açılan yonca silajlarına ait mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.6, 4.7, 4.8. ve 4.9 'da verilmiştir.

**Çizelge 4.6.** Fermentasyonun 2. gününde açılan silajların mikrobiyolojik analiz sonuçları, log<sub>10</sub> kob g/kg KM

Dönem	Katkı	<i>Lactobacilli</i>	Maya	Küf
ÇB		6,75 <sup>c</sup>	5,54 <sup>c</sup>	0,00
ÇO		7,74 <sup>a</sup>	5,92 <sup>b</sup>	0,00
ÇS		7,57 <sup>b</sup>	6,28 <sup>a</sup>	0,00
<i>SEM</i>		0,01	0,06	0,00
	Kontrol	7,09 <sup>d</sup>	5,99	0,00
	Düşük Doz	7,46 <sup>c</sup>	5,83	0,00
	Orta Doz	7,70 <sup>a</sup>	5,94	0,00
	Yüksek Doz	7,57 <sup>b</sup>	5,90	0,00
<i>SEM</i>		0,01	0,06	0,00
ÇB	Kontrol	6,33 <sup>j</sup>	5,10 <sup>i</sup>	0,00
	Düşük Doz	6,66 <sup>i</sup>	5,22 <sup>i</sup>	0,00
	Orta Doz	6,95 <sup>h</sup>	5,86 <sup>d-f</sup>	0,00
	Yüksek Doz	7,06 <sup>g</sup>	5,97 <sup>c-e</sup>	0,00
ÇO	Kontrol	7,52 <sup>e</sup>	6,36 <sup>ab</sup>	0,00
	Düşük Doz	7,99 <sup>b</sup>	6,05 <sup>b-e</sup>	0,00
	Orta Doz	7,86 <sup>c</sup>	5,72 <sup>ef</sup>	0,00
	Yüksek Doz	8,11 <sup>a</sup>	5,57 <sup>f</sup>	0,00
ÇS	Kontrol	7,41 <sup>f</sup>	6,50 <sup>a</sup>	0,00
	Düşük Doz	7,72 <sup>d</sup>	6,22 <sup>a-d</sup>	0,00
	Orta Doz	7,91 <sup>bc</sup>	6,24 <sup>a-c</sup>	0,00
	Yüksek Doz	7,94 <sup>bc</sup>	6,15 <sup>a-d</sup>	0,00
<i>SEM</i>		0,02	0,11	0,00
	Dönem	<0,001	<0,001	<0,001
	Katkı	<0,001	0,363	<0,001
	Dönem X Katkı	<0,001	<0,001	<0,001

ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, ÇO: Çiçeklenme ortası, ÇS: Çiçeklenme sonu, Düşük Doz: 1x 10<sup>5</sup> kob/g, Orta Doz: 5x 10<sup>5</sup> kob/g, Yüksek Doz: 1x 10<sup>6</sup> kob/g,

<sup>a-j</sup>Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05).

**Çizelge 4.7.** Fermantasyonun 4. gününde açılan silajların mikrobiyoloji analiz sonuçları, log<sub>10</sub> kob g/kg KM

Dönem	Katkı	<i>Lactobacilli</i>	Maya	Küf
ÇB		7,02 <sup>c</sup>	5,98 <sup>c</sup>	0,00
ÇO		8,49 <sup>a</sup>	6,20 <sup>a</sup>	0,00
ÇS		8,25 <sup>b</sup>	6,01 <sup>b</sup>	0,00
<b>SEM</b>		<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>
	Kontrol	7,61 <sup>c</sup>	6,24 <sup>a</sup>	0,00
	Düşük Doz	7,95 <sup>b</sup>	6,08 <sup>b</sup>	0,00
	Orta Doz	8,01 <sup>b</sup>	6,02 <sup>c</sup>	0,00
	Yüksek Doz	8,12 <sup>a</sup>	5,91 <sup>d</sup>	0,00
<b>SEM</b>		<b>0,03</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>
ÇB	Kontrol	6,65 <sup>h</sup>	5,94 <sup>e</sup>	0,00
	Düşük Doz	7,06 <sup>g</sup>	6,06 <sup>d</sup>	0,00
	Orta Doz	7,09 <sup>g</sup>	5,97 <sup>e</sup>	0,00
	Yüksek Doz	7,26 <sup>f</sup>	5,93 <sup>e</sup>	0,00
ÇO	Kontrol	8,35 <sup>cd</sup>	6,53 <sup>a</sup>	0,00
	Düşük Doz	8,47 <sup>bc</sup>	6,18 <sup>c</sup>	0,00
	Orta Doz	8,52 <sup>ab</sup>	6,14 <sup>c</sup>	0,00
	Yüksek Doz	8,64 <sup>a</sup>	5,96 <sup>e</sup>	0,00
ÇS	Kontrol	7,83 <sup>e</sup>	6,25 <sup>b</sup>	0,00
	Düşük Doz	8,31 <sup>d</sup>	5,99 <sup>e</sup>	0,00
	Orta Doz	8,41 <sup>b-d</sup>	5,96 <sup>e</sup>	0,00
	Yüksek Doz	8,46 <sup>b-d</sup>	5,85 <sup>f</sup>	0,00
<b>SEM</b>		<b>0,05</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>
	Dönem	<0,001	<0,001	<0,001
	Katkı	<0,001	<0,001	<0,001
	Dönem X Katkı	<0,001	<0,001	<0,001

ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, ÇO: Çiçeklenme ortası, ÇS: Çiçeklenme sonu, Düşük Doz: 1x 10<sup>5</sup> kob/g, Orta Doz: 5x 10<sup>5</sup> kob/g, Yüksek Doz: 1x 10<sup>6</sup> kob/g,

<sup>a-h</sup>Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05).

**Çizelge 4.8.** Fermantasyonun 8. gününde açılan silajların mikrobiyoloji analiz sonuçları, log<sub>10</sub> kob g/kg KM

Dönem	Katkı	<i>Lactobacilli</i>	Maya	Küf
ÇB		7,65 <sup>c</sup>	6,10 <sup>b</sup>	0,00
ÇO		8,52 <sup>a</sup>	5,83 <sup>c</sup>	0,00
ÇS		8,31 <sup>b</sup>	6,17 <sup>a</sup>	0,00
<i>SEM</i>		<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>
	Kontrol	7,86 <sup>c</sup>	6,25 <sup>a</sup>	0,00
	Düşük Doz	8,22 <sup>b</sup>	6,02 <sup>b</sup>	0,00
	Orta Doz	8,23 <sup>b</sup>	6,00 <sup>b</sup>	0,00
	Yüksek Doz	8,32 <sup>a</sup>	5,86 <sup>c</sup>	0,00
<i>SEM</i>		<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>
ÇB	Kontrol	7,33 <sup>h</sup>	6,38 <sup>a</sup>	0,00
	Düşük Doz	7,72 <sup>g</sup>	6,14 <sup>c</sup>	0,00
	Orta Doz	7,72 <sup>g</sup>	5,97 <sup>e</sup>	0,00
	Yüksek Doz	7,82 <sup>f</sup>	5,90 <sup>f</sup>	0,00
ÇO	Kontrol	8,19 <sup>d</sup>	6,06 <sup>d</sup>	0,00
	Düşük Doz	8,61 <sup>a</sup>	5,62 <sup>h</sup>	0,00
	Orta Doz	8,64 <sup>a</sup>	5,84 <sup>fg</sup>	0,00
	Yüksek Doz	8,65 <sup>a</sup>	5,79 <sup>g</sup>	0,00
ÇS	Kontrol	8,08 <sup>e</sup>	6,30 <sup>b</sup>	0,00
	Düşük Doz	8,32 <sup>c</sup>	6,31 <sup>b</sup>	0,00
	Orta Doz	8,33 <sup>c</sup>	6,17 <sup>c</sup>	0,00
	Yüksek Doz	8,49 <sup>b</sup>	5,89 <sup>f</sup>	0,00
<i>SEM</i>		<i>0,02</i>	<i>0,02</i>	<i>0,00</i>
	Dönem	<0,001	<0,001	<0,001
	Katkı	<0,001	<0,001	<0,001
	Dönem X Katkı	<0,001	<0,001	<0,001

ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, ÇO: Çiçeklenme ortası, ÇS: Çiçeklenme sonu, Düşük Doz: 1x 10<sup>5</sup> kob/g,

Orta Doz: 5x 10<sup>5</sup> kob/g, Yüksek Doz: 1x 10<sup>6</sup> kob/g,

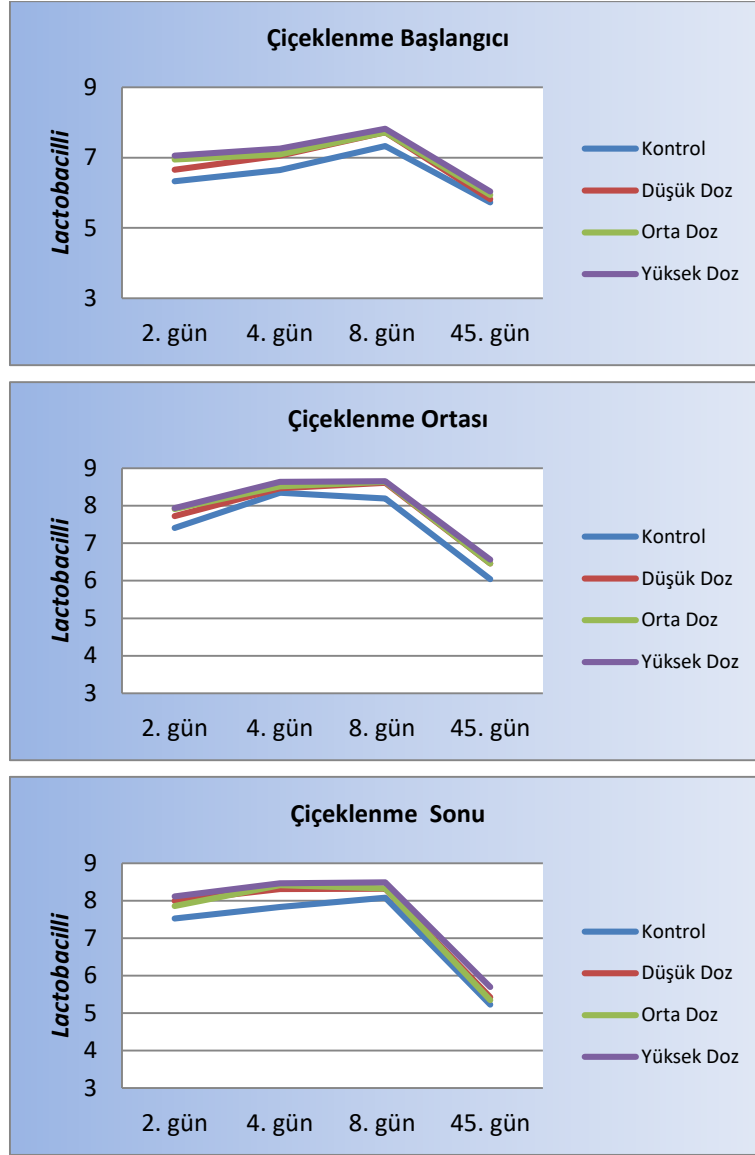
<sup>a-h</sup>Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05).

**Çizelge 4.9.** Fermantasyonun 45. gününde açılan silajların mikrobiyoloji analiz sonuçları, log<sub>10</sub> kob g/kg KM

Dönem	Katkı	<i>Lactobacilli</i>	Maya	Küf
ÇB		5,89 <sup>b</sup>	5,85 <sup>a</sup>	0,00
ÇO		6,38 <sup>a</sup>	5,86 <sup>a</sup>	0,00
ÇS		5,43 <sup>c</sup>	5,32 <sup>b</sup>	0,00
<i>SEM</i>		<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>
	Kontrol	5,67 <sup>c</sup>	5,89 <sup>a</sup>	0,00
	Düşük Doz	5,90 <sup>b</sup>	5,74 <sup>b</sup>	0,00
	Orta Doz	5,92 <sup>b</sup>	5,61 <sup>c</sup>	0,00
	Yüksek Doz	6,10 <sup>a</sup>	5,45 <sup>d</sup>	0,00
<i>SEM</i>		<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>
ÇB	Kontrol	5,73 <sup>f</sup>	6,09 <sup>a</sup>	0,00
	Düşük Doz	5,82 <sup>e</sup>	5,94 <sup>bc</sup>	0,00
	Orta Doz	5,94 <sup>d</sup>	5,86 <sup>de</sup>	0,00
	Yüksek Doz	6,04 <sup>c</sup>	5,51 <sup>h</sup>	0,00
ÇO	Kontrol	6,04 <sup>c</sup>	6,00 <sup>b</sup>	0,00
	Düşük Doz	6,46 <sup>b</sup>	5,89 <sup>cd</sup>	0,00
	Orta Doz	6,46 <sup>b</sup>	5,82 <sup>e</sup>	0,00
	Yüksek Doz	6,56 <sup>a</sup>	5,73 <sup>f</sup>	0,00
ÇS	Kontrol	5,23 <sup>h</sup>	5,59 <sup>g</sup>	0,00
	Düşük Doz	5,42 <sup>g</sup>	5,40 <sup>i</sup>	0,00
	Orta Doz	5,35 <sup>g</sup>	5,17 <sup>j</sup>	0,00
	Yüksek Doz	5,70 <sup>f</sup>	5,11 <sup>j</sup>	0,00
<i>SEM</i>		<b>0,03</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>
	Dönem	<0,001	<0,001	<0,001
	Katkı	<0,001	<0,001	<0,001
	Dönem X Katkı	<0,001	<0,001	<0,001

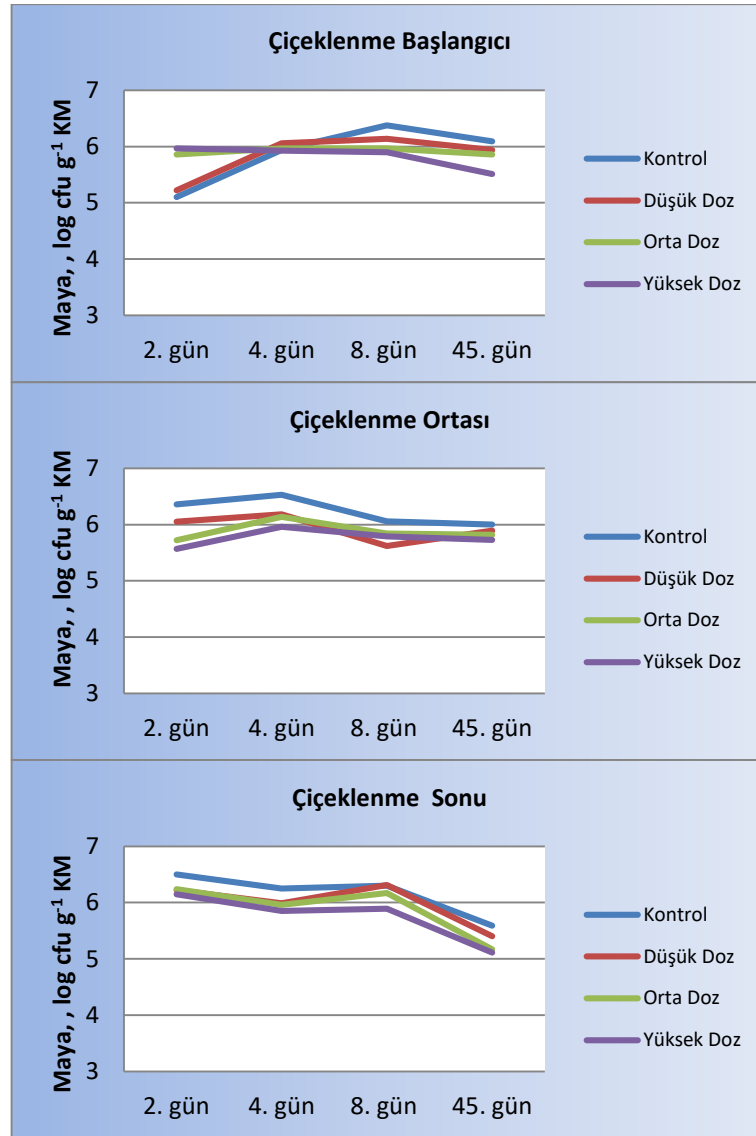
ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, ÇO: Çiçeklenme ortası, ÇS: Çiçeklenme sonu, Düşük Doz: 1x 10<sup>5</sup> kob/g, Orta Doz: 5x 10<sup>5</sup> kob/g, Yüksek Doz: 1x 10<sup>6</sup> kob/g,

<sup>a-j</sup>Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05).



**Şekil 4.12.** Yonca silajlarında *lactobacilli* farklılıkları

Taze yoncanın *lactobacilli* içerikleri çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme ortası ve çiçeklenme sonunda sırasıyla 3,83, 5,33 ve 3,67 log kob/g KM olarak saptandığı bu çalışmada, fermantasyon süresince yonca silajlarının *lactobacilli* içerikleri 5,23-8,65 log<sub>10</sub> kob/g KM arasında değişmiştir. Çalışmada, fermantasyonun tüm dönemlerinde çiçeklenme ortası dönemindeki silajların *lactobacilli* içerikleri çiçeklenme başlangıcı ve çiçeklenme sonu dönemindeki silajlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Fermantasyonun tüm dönemlerinde LAB+E inokulantı kullanım düzeyindeki artışa paralel olarak silajların *lactobacilli* içerikleri kontrol silajına göre önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur (P<0.001).



**Şekil 4.13.** Yonca silajlarında maya farklılıkları

Taze yoncanın maya içerikleri çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme ortası ve çiçeklenme sonunda sırasıyla 6,47, 6,37 ve 6,37 log kob/g KM olarak saptandığı bu çalışmada, fermantasyon süresince yonca silajlarının maya içerikleri 5,11-6,53 log kob/g KM arasında değişmiştir. Çalışmada, çiçeklenme başlangıcı dönemlerinde silolanan yonca silajlarının maya içerikleri çiçeklenme ortası ve çiçeklenme sonu dönemlerindeki silajlara göre fermantasyonun ilk günlerinde (2. ve 4. gün), silolamanın 45. gününde ise çiçeklenme sonu dönemindeki silajlarda önemli düzeyde daha düşük bulunmuştur ( $P<0.001$ ). Fermantasyonun 4. gününden itibaren tüm dönemlerinde LAB+E inokulantı kullanım düzeyindeki artışa paralel olarak silajların maya içerikleri kontrol silajına göre önemli düzeyde daha düşük bulunmuştur ( $P<0.001$ ). Kontrol grubu da dahil tüm silajlarda silolamanın son dönemine kadar küf görülmemiştir.

#### 4.2.3. Yonca Silajlarının Hücre Duvarı İle İlgili Bulgular

Fermantasyonun 2., 4., 8. ve 45. gününde açılan yonca silajlarının hücre duvarı bileşenlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.10, 4.11, 4.12. ve 4.13'de verilmiştir.

**Çizelge 4.10.** Fermantasyonun 2. gününde açılan silajların hücre duvarına ilişkin analiz sonuçları g/kg KM

Dönem	Katkı	NDF	ADF	ADL	HSEL	SEL
ÇB		509,30 <sup>b</sup>	323,71 <sup>b</sup>	41,63 <sup>c</sup>	185,59 <sup>a</sup>	282,08 <sup>b</sup>
ÇO		504,77 <sup>b</sup>	398,34 <sup>a</sup>	82,83 <sup>a</sup>	106,42 <sup>b</sup>	315,52 <sup>a</sup>
ÇS		566,30 <sup>a</sup>	389,22 <sup>a</sup>	68,93 <sup>b</sup>	177,09 <sup>a</sup>	320,29 <sup>a</sup>
<b>SEM</b>		<b>1,84</b>	<b>4,28</b>	<b>1,92</b>	<b>4,57</b>	<b>3,12</b>
	Kontrol	532,33 <sup>a</sup>	397,19 <sup>a</sup>	66,30 <sup>a</sup>	135,14 <sup>b</sup>	330,89 <sup>a</sup>
	Düşük Doz	526,96 <sup>a</sup>	371,40 <sup>b</sup>	65,43 <sup>a</sup>	155,56 <sup>a</sup>	305,97 <sup>b</sup>
	Orta Doz	529,79 <sup>a</sup>	363,45 <sup>bc</sup>	69,87 <sup>a</sup>	166,34 <sup>a</sup>	293,58 <sup>c</sup>
	Yüksek Doz	518,07 <sup>b</sup>	349,65 <sup>c</sup>	56,25 <sup>b</sup>	168,42 <sup>a</sup>	293,40 <sup>c</sup>
<b>SEM</b>		<b>2,12</b>	<b>4,94</b>	<b>2,22</b>	<b>5,27</b>	<b>3,60</b>
ÇB	Kontrol	532,45 <sup>d</sup>	355,28 <sup>de</sup>	31,33 <sup>f</sup>	177,18 <sup>ab</sup>	323,95 <sup>ab</sup>
	Düşük Doz	511,04 <sup>ef</sup>	334,05 <sup>e</sup>	49,29 <sup>e</sup>	176,99 <sup>ab</sup>	284,76 <sup>d</sup>
	Orta Doz	495,17 <sup>g</sup>	308,14 <sup>f</sup>	53,65 <sup>de</sup>	187,02 <sup>a</sup>	254,50 <sup>e</sup>
	Yüksek Doz	498,52 <sup>g</sup>	297,35 <sup>f</sup>	32,25 <sup>f</sup>	201,17 <sup>a</sup>	265,10 <sup>e</sup>
ÇO	Kontrol	496,23 <sup>g</sup>	423,38 <sup>a</sup>	89,17 <sup>a</sup>	72,85 <sup>d</sup>	334,21 <sup>a</sup>
	Düşük Doz	504,87 <sup>fg</sup>	400,20 <sup>a-c</sup>	82,63 <sup>ab</sup>	104,67 <sup>c</sup>	317,57 <sup>a-c</sup>
	Orta Doz	517,69 <sup>e</sup>	391,06 <sup>bc</sup>	82,71 <sup>ab</sup>	126,63 <sup>c</sup>	308,35 <sup>bc</sup>
	Yüksek Doz	500,29 <sup>fg</sup>	378,74 <sup>cd</sup>	76,80 <sup>ab</sup>	121,55 <sup>c</sup>	301,94 <sup>cd</sup>
ÇS	Kontrol	568,32 <sup>ab</sup>	412,92 <sup>ab</sup>	78,41 <sup>ab</sup>	155,40 <sup>b</sup>	334,51 <sup>a</sup>
	Düşük Doz	564,98 <sup>bc</sup>	379,94 <sup>cd</sup>	64,37 <sup>cd</sup>	185,03 <sup>a</sup>	315,57 <sup>a-c</sup>
	Orta Doz	576,52 <sup>a</sup>	391,14 <sup>bc</sup>	73,25 <sup>bc</sup>	185,37 <sup>a</sup>	317,90 <sup>a-c</sup>
	Yüksek Doz	555,40 <sup>c</sup>	372,85 <sup>cd</sup>	59,69 <sup>de</sup>	182,55 <sup>ab</sup>	313,17 <sup>bc</sup>
<b>SEM</b>		<b>3,68</b>	<b>8,55</b>	<b>3,85</b>	<b>9,14</b>	<b>6,23</b>
	Dönem	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Katkı	<0,001	<0,001	0,002	0,001	<0,001
	Dönem X Katkı	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, ÇO: Çiçeklenme ortası ÇS: Çiçeklenme sonu, Düşük Doz:  $1 \times 10^5$  kob/g, Orta Doz:  $5 \times 10^5$  kob/g, Yüksek Doz:  $1 \times 10^6$  kob/g, NDF:Nötral çözücülerde çözünmeyen lif; ADF:Asit çözücülerde çözünmeyen lif; ADL:Asit çözücülerde çözünmeyen lignin, Hemiselüloz: NDF-ADF; Selüloz: ADF-ADL, <sup>a-j</sup>Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05).

**Çizelge 4.11.** Fermentasyonun 4. gününde açılan silajların hücre duvarına ilişkin analiz sonuçları g/kg KM

Dönem	Katkı	NDF	ADF	ADL	HSEL	SEL
ÇB		487,29 <sup>c</sup>	330,17 <sup>c</sup>	42,55 <sup>c</sup>	157,12 <sup>b</sup>	287,62 <sup>b</sup>
ÇO		511,34 <sup>a</sup>	348,84 <sup>b</sup>	75,40 <sup>a</sup>	162,49 <sup>b</sup>	273,44 <sup>c</sup>
ÇS		554,72 <sup>b</sup>	375,72 <sup>a</sup>	64,81 <sup>b</sup>	179,01 <sup>a</sup>	310,91 <sup>a</sup>
<b>SEM</b>		<b>2,21</b>	<b>3,15</b>	<b>2,52</b>	<b>4,20</b>	<b>2,53</b>
	Kontrol	520,78 <sup>a</sup>	358,91 <sup>a</sup>	65,59 <sup>ab</sup>	161,86 <sup>ab</sup>	293,32
	Düşük Doz	519,46 <sup>a</sup>	343,63 <sup>b</sup>	58,46 <sup>b</sup>	175,82 <sup>a</sup>	285,18
	Orta Doz	519,92 <sup>a</sup>	362,06 <sup>a</sup>	69,82 <sup>a</sup>	157,86 <sup>b</sup>	292,24
	Yüksek Doz	510,97 <sup>b</sup>	341,69 <sup>b</sup>	49,81 <sup>c</sup>	169,28 <sup>ab</sup>	291,88
<b>SEM</b>		<b>2,55</b>	<b>3,64</b>	<b>2,91</b>	<b>4,85</b>	<b>2,93</b>
ÇB	Kontrol	491,81 <sup>d</sup>	326,86 <sup>de</sup>	35,98 <sup>fg</sup>	164,94 <sup>a-d</sup>	290,88 <sup>b</sup>
	Düşük Doz	490,36 <sup>d</sup>	315,81 <sup>e</sup>	30,07 <sup>g</sup>	174,55 <sup>ab</sup>	285,74 <sup>b</sup>
	Orta Doz	483,24 <sup>d</sup>	342,91 <sup>cd</sup>	57,57 <sup>c-e</sup>	140,33 <sup>d</sup>	285,34 <sup>b</sup>
	Yüksek Doz	483,73 <sup>d</sup>	335,09 <sup>de</sup>	46,59 <sup>ef</sup>	148,64 <sup>b-d</sup>	288,50 <sup>b</sup>
ÇO	Kontrol	512,39 <sup>c</sup>	367,49 <sup>ab</sup>	88,02 <sup>a</sup>	144,90 <sup>cd</sup>	279,47 <sup>b</sup>
	Düşük Doz	509,83 <sup>c</sup>	338,50 <sup>d</sup>	76,06 <sup>ab</sup>	171,33 <sup>a-c</sup>	262,45 <sup>c</sup>
	Orta Doz	507,86 <sup>c</sup>	358,69 <sup>bc</sup>	82,51 <sup>ab</sup>	149,17 <sup>b-d</sup>	276,18 <sup>bc</sup>
	Yüksek Doz	515,25 <sup>c</sup>	330,67 <sup>de</sup>	55,00 <sup>de</sup>	184,58 <sup>a</sup>	275,67 <sup>bc</sup>
ÇS	Kontrol	558,13 <sup>a</sup>	382,38 <sup>a</sup>	72,77 <sup>ac</sup>	175,74 <sup>ab</sup>	309,62 <sup>a</sup>
	Düşük Doz	558,19 <sup>a</sup>	376,60 <sup>ab</sup>	69,25 <sup>b-d</sup>	181,59 <sup>a</sup>	307,34 <sup>a</sup>
	Orta Doz	568,66 <sup>a</sup>	384,57 <sup>a</sup>	69,38 <sup>b-d</sup>	184,08 <sup>a</sup>	315,20 <sup>a</sup>
	Yüksek Doz	533,92 <sup>b</sup>	359,31 <sup>bc</sup>	47,83 <sup>ef</sup>	174,61 <sup>ab</sup>	311,48 <sup>a</sup>
<b>SEM</b>		<b>4,42</b>	<b>6,30</b>	<b>5,04</b>	<b>8,40</b>	<b>5,07</b>
	Dönem	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	<0,001
	Katkı	0,041	0,001	<0,001	0,068	0,215
	Dönem X Katkı	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	<0,001

ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, ÇO: Çiçeklenme ortası ÇS: Çiçeklenme sonu, Düşük Doz:  $1 \times 10^5$  kob/g, Orta Doz:  $5 \times 10^5$  kob/g, Yüksek Doz:  $1 \times 10^6$  kob/g, NDF:Nötral çözücülerde çözünmeyen lif; ADF:Asit çözücülerde çözünmeyen lif; ADL:Asit çözücülerde çözünmeyen lignin, Hemiselüloz: NDF-ADF; Selüloz: ADF-ADL, <sup>a-e</sup>Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05).



**Çizelge 4.12.** Fermantasyonun 8. gününde açılan silajların hücre duvarına ilişkin analiz sonuçları g/kg KM

Dönem	Katkı	NDF	ADF	ADL	HSEL	SEL
ÇB		503,05 <sup>b</sup>	353,91 <sup>b</sup>	45,64 <sup>c</sup>	149,14 <sup>a</sup>	308,27 <sup>b</sup>
ÇO		501,57 <sup>b</sup>	346,58 <sup>b</sup>	58,04 <sup>b</sup>	154,99 <sup>a</sup>	288,53 <sup>c</sup>
ÇS		515,18 <sup>a</sup>	429,37 <sup>a</sup>	76,84 <sup>a</sup>	85,81 <sup>b</sup>	352,53 <sup>a</sup>
<b>SEM</b>		<b>1,59</b>	<b>5,08</b>	<b>2,82</b>	<b>4,89</b>	<b>6,69</b>
	Kontrol	514,11 <sup>a</sup>	378,90	64,90 <sup>a</sup>	135,21	314,00
	Düşük Doz	500,13 <sup>b</sup>	368,90	64,65 <sup>a</sup>	131,23	304,25
	Orta Doz	509,50 <sup>a</sup>	383,79	59,27 <sup>ab</sup>	125,71	324,52
	Yüksek Doz	502,65 <sup>b</sup>	374,87	51,87 <sup>b</sup>	127,78	323,01
<b>SEM</b>		<b>1,84</b>	<b>5,86</b>	<b>3,25</b>	<b>5,65</b>	<b>7,72</b>
ÇB	Kontrol	514,04 <sup>ab</sup>	359,62 <sup>c</sup>	42,79 <sup>de</sup>	154,42 <sup>a</sup>	316,83 <sup>b-d</sup>
	Düşük Doz	496,88 <sup>ef</sup>	345,88 <sup>c</sup>	48,24 <sup>c-e</sup>	151,00 <sup>a</sup>	297,64 <sup>c-e</sup>
	Orta Doz	502,85 <sup>c-f</sup>	346,95 <sup>c</sup>	49,25 <sup>c-e</sup>	155,90 <sup>a</sup>	297,69 <sup>c-e</sup>
	Yüksek Doz	498,43 <sup>d-f</sup>	363,19 <sup>c</sup>	42,27 <sup>de</sup>	135,24 <sup>a</sup>	320,92 <sup>b-d</sup>
ÇO	Kontrol	507,56 <sup>b-d</sup>	352,23 <sup>c</sup>	74,00 <sup>ab</sup>	155,33 <sup>a</sup>	278,23 <sup>de</sup>
	Düşük Doz	492,71 <sup>f</sup>	337,29 <sup>c</sup>	65,68 <sup>a-c</sup>	155,42 <sup>a</sup>	271,60 <sup>e</sup>
	Orta Doz	503,55 <sup>c-e</sup>	346,26 <sup>c</sup>	56,35 <sup>b-d</sup>	157,29 <sup>a</sup>	289,91 <sup>c-e</sup>
	Yüksek Doz	502,47 <sup>c-f</sup>	350,54 <sup>c</sup>	36,14 <sup>e</sup>	151,93 <sup>a</sup>	314,40 <sup>b-e</sup>
ÇS	Kontrol	520,74 <sup>a</sup>	424,87 <sup>b</sup>	77,92 <sup>a</sup>	95,88 <sup>b</sup>	346,95 <sup>ab</sup>
	Düşük Doz	510,81 <sup>bc</sup>	423,54 <sup>b</sup>	80,03 <sup>a</sup>	87,27 <sup>bc</sup>	343,51 <sup>b</sup>
	Orta Doz	522,12 <sup>a</sup>	458,18 <sup>a</sup>	72,22 <sup>ab</sup>	63,94 <sup>c</sup>	385,96 <sup>a</sup>
	Yüksek Doz	507,06 <sup>b-e</sup>	410,90 <sup>b</sup>	77,19 <sup>a</sup>	96,17 <sup>b</sup>	333,70 <sup>bc</sup>
<b>SEM</b>		<b>3,19</b>	<b>10,16</b>	<b>5,64</b>	<b>9,78</b>	<b>13,38</b>
	Dönem	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Katkı	<0,001	0,347	0,030	0,657	0,248
	Dönem X					
	Katkı	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

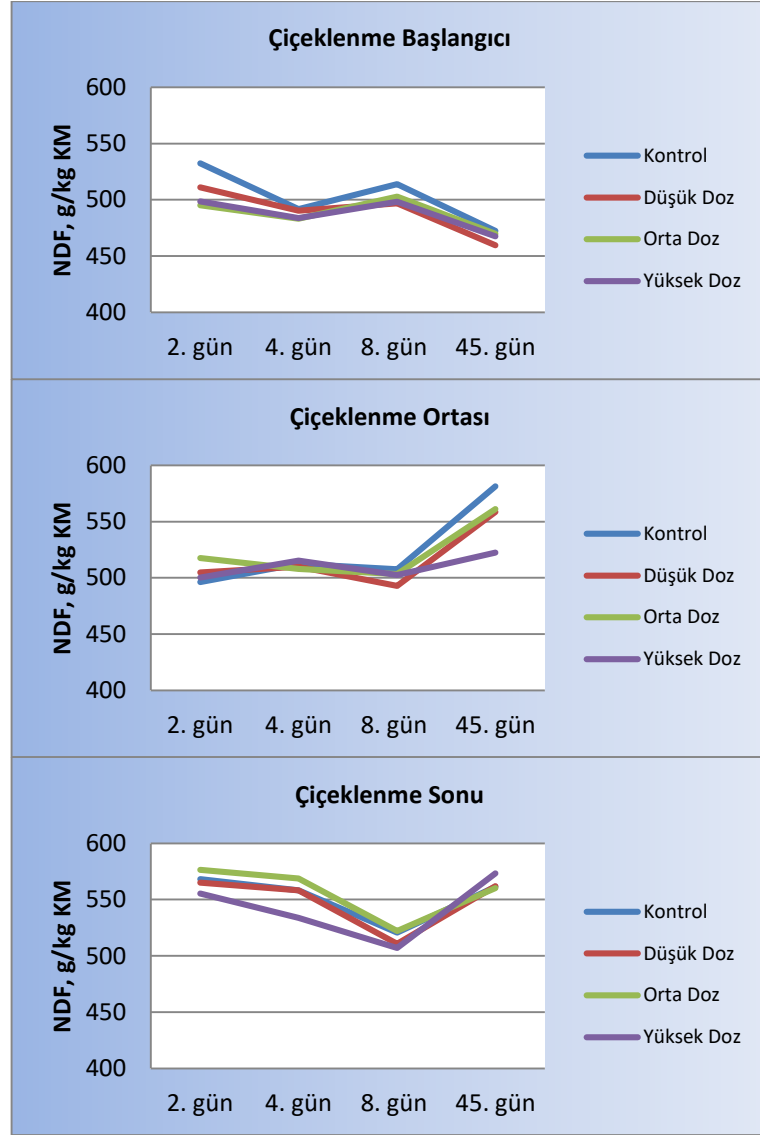
ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, ÇO: Çiçeklenme ortası, ÇS: Çiçeklenme sonu, Düşük Doz:  $1 \times 10^5$  kob/g, Orta Doz:  $5 \times 10^5$  kob/g, Yüksek Doz:  $1 \times 10^6$  kob/g, NDF: Nötral çözücülerde çözünmeyen lif; ADF: Asit çözücülerde çözünmeyen lif; ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lignin, Hemiselüloz: NDF-ADF; Selüloz: ADF-ADL, <sup>a-j</sup>Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05).

**Çizelge 4.13.** Fermantasyonun 45. gününde açılan silajların hücre duvarına ilişkin analiz sonuçları, g/kg KM

Dönem	Katkı	NDF	ADF	ADL	HSEL	SEL
ÇB		467,38 <sup>b</sup>	371,23 <sup>b</sup>	68,75 <sup>c</sup>	96,15 <sup>c</sup>	302,48 <sup>c</sup>
ÇO		555,82 <sup>a</sup>	435,56 <sup>a</sup>	77,07 <sup>b</sup>	120,26 <sup>b</sup>	358,49 <sup>a</sup>
ÇS		564,20 <sup>a</sup>	432,36 <sup>a</sup>	87,84 <sup>a</sup>	131,84 <sup>a</sup>	344,52 <sup>b</sup>
<b>SEM</b>		<b>3,07</b>	<b>3,58</b>	<b>2,47</b>	<b>3,64</b>	<b>3,32</b>
	Kontrol	538,34 <sup>a</sup>	426,75 <sup>a</sup>	82,80	111,58 <sup>b</sup>	343,95 <sup>ab</sup>
	Düşük Doz	526,76 <sup>b</sup>	429,45 <sup>a</sup>	79,87	97,30 <sup>c</sup>	349,58 <sup>a</sup>
	Orta Doz	530,36 <sup>ab</sup>	408,39 <sup>b</sup>	74,93	121,97 <sup>b</sup>	333,46 <sup>b</sup>
	Yüksek Doz	521,09 <sup>b</sup>	387,61 <sup>c</sup>	73,95	133,48 <sup>a</sup>	313,67 <sup>c</sup>
<b>SEM</b>		<b>3,54</b>	<b>4,13</b>	<b>2,86</b>	<b>4,21</b>	<b>3,84</b>
ÇB	Kontrol	472,37 <sup>d</sup>	403,05 <sup>ef</sup>	84,63 <sup>a-c</sup>	69,32 <sup>e</sup>	318,43 <sup>f-h</sup>
	Düşük Doz	459,71 <sup>d</sup>	380,49 <sup>fg</sup>	67,91 <sup>de</sup>	79,22 <sup>e</sup>	312,59 <sup>gh</sup>
	Orta Doz	469,84 <sup>d</sup>	362,49 <sup>g</sup>	60,57 <sup>e</sup>	107,35 <sup>cd</sup>	301,92 <sup>h</sup>
	Yüksek Doz	467,61 <sup>d</sup>	338,88 <sup>h</sup>	61,91 <sup>e</sup>	128,72 <sup>bc</sup>	276,97 <sup>i</sup>
ÇO	Kontrol	581,22 <sup>a</sup>	479,27 <sup>a</sup>	93,59 <sup>ab</sup>	101,95 <sup>d</sup>	385,68 <sup>a</sup>
	Düşük Doz	558,57 <sup>b</sup>	455,06 <sup>b</sup>	78,73 <sup>b-d</sup>	103,51 <sup>d</sup>	376,33 <sup>ab</sup>
	Orta Doz	561,14 <sup>b</sup>	415,44 <sup>de</sup>	71,82 <sup>c-e</sup>	145,70 <sup>ab</sup>	343,62 <sup>c-e</sup>
	Yüksek Doz	522,37 <sup>c</sup>	392,48 <sup>f</sup>	64,14 <sup>de</sup>	129,89 <sup>bc</sup>	328,34 <sup>e-g</sup>
ÇS	Kontrol	561,43 <sup>b</sup>	397,93 <sup>ef</sup>	70,20 <sup>c-e</sup>	163,49 <sup>a</sup>	327,74 <sup>e-g</sup>
	Düşük Doz	561,99 <sup>b</sup>	452,81 <sup>bc</sup>	92,98 <sup>ab</sup>	109,18 <sup>cd</sup>	359,83 <sup>bc</sup>
	Orta Doz	560,09 <sup>b</sup>	447,23 <sup>bc</sup>	92,39 <sup>ab</sup>	112,86 <sup>cd</sup>	354,84 <sup>cd</sup>
	Yüksek Doz	573,30 <sup>ab</sup>	431,48 <sup>cd</sup>	95,80 <sup>a</sup>	141,82 <sup>ab</sup>	335,69 <sup>d-f</sup>
<b>SEM</b>		<b>6,13</b>	<b>7,15</b>	<b>4,95</b>	<b>7,28</b>	<b>0,66</b>
	Dönem	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Katkı	0,017	<0,001	0,121	<0,001	<0,001
	Dönem X Katkı	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

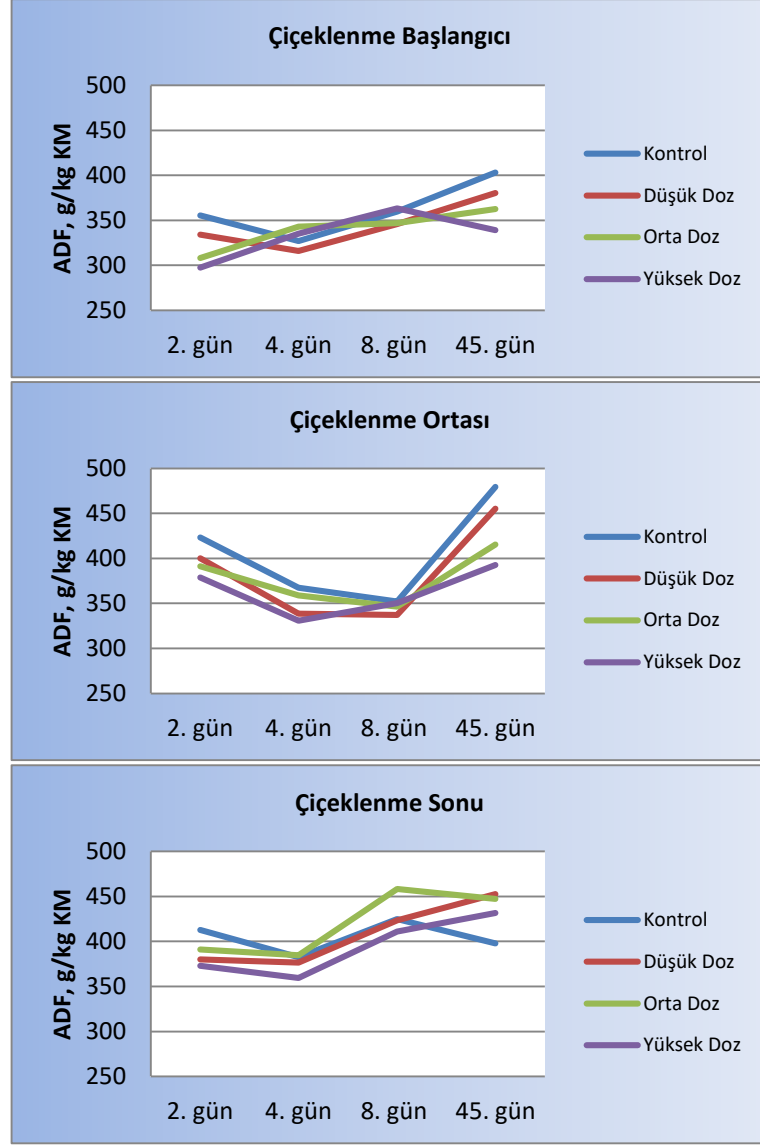
ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, ÇO: Çiçeklenme ortası ÇS: Çiçeklenme sonu, Düşük Doz:  $1 \times 10^5$  kob/g, Orta Doz:  $5 \times 10^5$  kob/g, Yüksek Doz:  $1 \times 10^6$  kob/g, NDF: Nötral çözücülerde çözünmeyen lif; ADF: Asit çözücülerde çözünmeyen lif; ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lignin, Hemiselüloz: NDF-ADF; Selüloz: ADF-ADL,

<sup>a-j</sup>Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05).



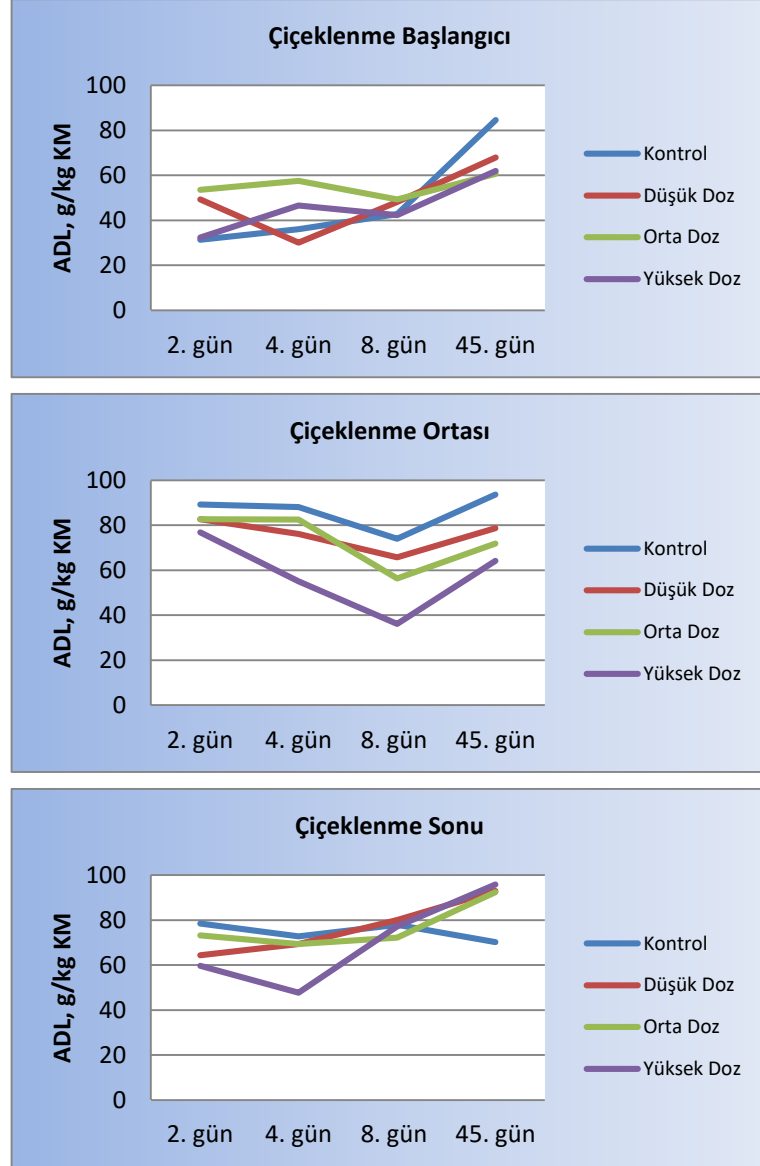
**Şekil 4.14.** Yonca silajlarında NDF farklılıkları

Taze yoncanın NDF içerikleri çiçeklenme başlangıcında, çiçeklenme ortasında ve çiçeklenme sonunda sırasıyla 531,2, 564,5 ve 597,9 g/kg KM olarak saptandığı bu çalışmada, fermantasyon süresince yonca silajlarının NDF içerikleri 459,7-576,5 g/kg KM arasında değişmiştir. Çalışmada, yonca silajlarının NDF içerikleri vejetasyonun ilerlemesine bağlı olarak önemli düzeyde artmış ve fermantasyonun tüm dönemlerinde çiçeklenme başlangıcındaki silajların çiçeklenme ortası ve çiçeklenme sonundaki silajlardan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Fermantasyonun tüm dönemlerinde LAB+E inokulantı kullanılan silajlarda NDF miktarları kontrol silajına göre önemli düzeyde daha düşük bulunmuştur ( $P<0.001$ ). Fermantasyonun ilk günlerinde (2., 4. ve 8. gün) tüm grupların NDF içerikleri başlangıç materyalinden düşük bulunmuştur.



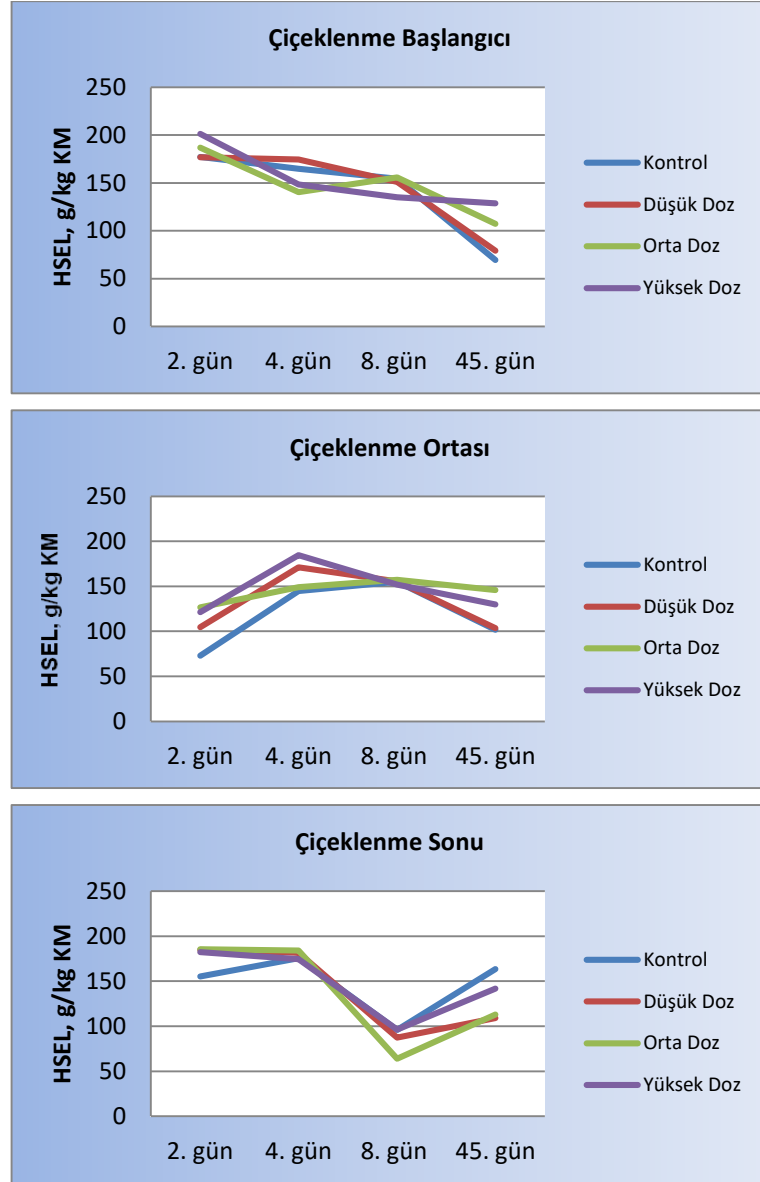
**Şekil 4.15.** Yonca silajlarında ADF farklılıkları

Taze yoncanın ADF içerikleri çiçeklenme başlangıcında, çiçeklenme ortasında ve çiçeklenme sonunda sırasıyla 357,7, 404,0 ve 424,9 g/kg KM olarak saptandığı bu çalışmada, fermantasyon süresince yonca silajlarının ADF içerikleri 297,3-458,2 g/kg KM arasında değişmiştir. Çalışmada, yonca silajlarının ADF içerikleri vejetasyonun ilerlemesine bağlı olarak önemli düzeyde artmış ve fermantasyonun tüm dönemlerinde çiçeklenme başlangıcındaki silajların çiçeklenme ortası ve çiçeklenme sonundaki silajlardan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Fermantasyonun ilk günlerinde (2. ve 4. gün) ve 45. gün de yüksek düzeyde LAB+E inokulantı kullanılan silajların ADF miktarları önemli düzeyde daha düşük ( $P<0.001$ ), 8. günde ise gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).



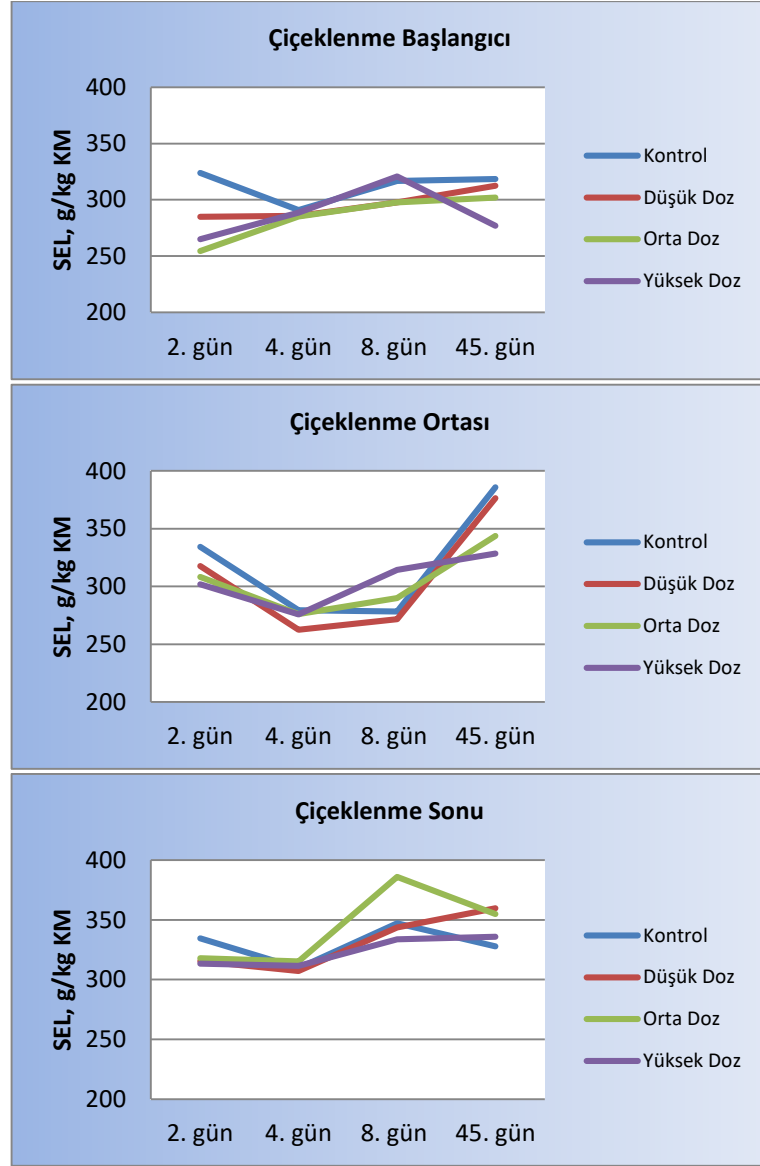
**Şekil 4.16.** Yonca silajlarında ADL farklılıkları

Taze yoncanın ADL içerikleri çiçeklenme başlangıcında, çiçeklenme ortasında ve çiçeklenme sonunda sırasıyla 82,4, 85,5 ve 93,3 g/kg KM olarak saptandığı bu çalışmada, fermantasyon süresince yonca silajlarının ADL içerikleri 30,1-95,8 g/kg KM arasında değişmiştir. Çalışmada, yonca silajlarının ADL içerikleri vejetasyonun ilerlemesine bağlı olarak önemli düzeyde artmış ve fermantasyonun tüm dönemlerinde çiçeklenme başlangıcındaki silajların çiçeklenme ortası ve çiçeklenme sonundaki silajlardan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Fermantasyonun ilk günlerinde (2., 4. ve 8. gün) yüksek düzeyde LAB+E inokulantı kullanılan silajların ADL miktarları önemli düzeyde daha düşük ( $P < 0.001$ ) bulunurken, 45. günde ise gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz olduğu görülmüştür ( $P > 0.05$ ).



**Şekil 4.17.** Yonca silajlarında hemiselüloz farklılıkları

Taze yoncanın HSEL içerikleri çiçeklenme başlangıcında, çiçeklenme ortasında ve çiçeklenme sonunda sırasıyla 133,5, 160,5 ve 173,3 g/kg KM olarak saptandığı bu çalışmada, fermantasyon süresince yonca silajlarının HSEL içerikleri 63,9-201,2 g/kg KM arasında değişmiştir. Çalışmada, yonca silajlarının HSEL içerikleri fermantasyon süreci boyunca başlangıç materyalinden daha düşük bulunmuştur. Silajların HSEL miktarları fermantasyonun 2. gününde kontrol grubunda, 4. gününde ise orta düzeyde LAB+E inokulantı kullanılan silajlarda daha düşük ( $P<0.001$ ) bulunurken, 8. günde gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz olduğu ( $P>0.05$ ), 45. günde ise düşük düzeyde LAB+E inokulantı kullanılan silajlarda daha düşük olduğu görülmüştür ( $P<0.001$ ).



**Şekil 4.18.** Yonca silajlarında selüloz farklılıkları

Taze yoncanın SEL içerikleri çiçeklenme başlangıcında, çiçeklenme ortasında ve çiçeklenme sonunda sırasıyla 313,5, 318,5 ve 331,7 g/kg KM olarak saptandığı bu çalışmada, fermantasyon süresince yonca silajlarının SEL içerikleri 254,5-386,0 g/kg KM arasında değişmiştir. Fermantasyonun ilk günlerinde (2., 4. ve 8. gün) SEL içeriklerinin çiçeklenme sonundaki silajlarında, çiçeklenme başlangıcı ve ortasındaki silajlardan önemli düzeyde daha yüksek ( $P<0.001$ ), 45. günde ise çiçeklenme başlangıcı dönemindeki silajlarda daha düşük olduğu belirlenmiştir ( $P<0.001$ ). Fermantasyonun ilk günlerinde (2., 4. ve 8. gün) yüksek düzeyde LAB+E inokulantı kullanılan silajların ADL miktarları önemli düzeyde daha düşük ( $P<0.001$ ) bulunurken, 45. günde ise gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz olduğu görülmüştür ( $P>0.05$ ).

#### 4.2.4. Yonca Silajlarının Nispi Yem Değeri İle İlgili Bulgular

Fermantasyonun 45. gününde açılan yonca silajlarının SKM, KMT ve NYD değerleri Çizelge 4.14 ve Şekil 4.17'de verilmiştir.

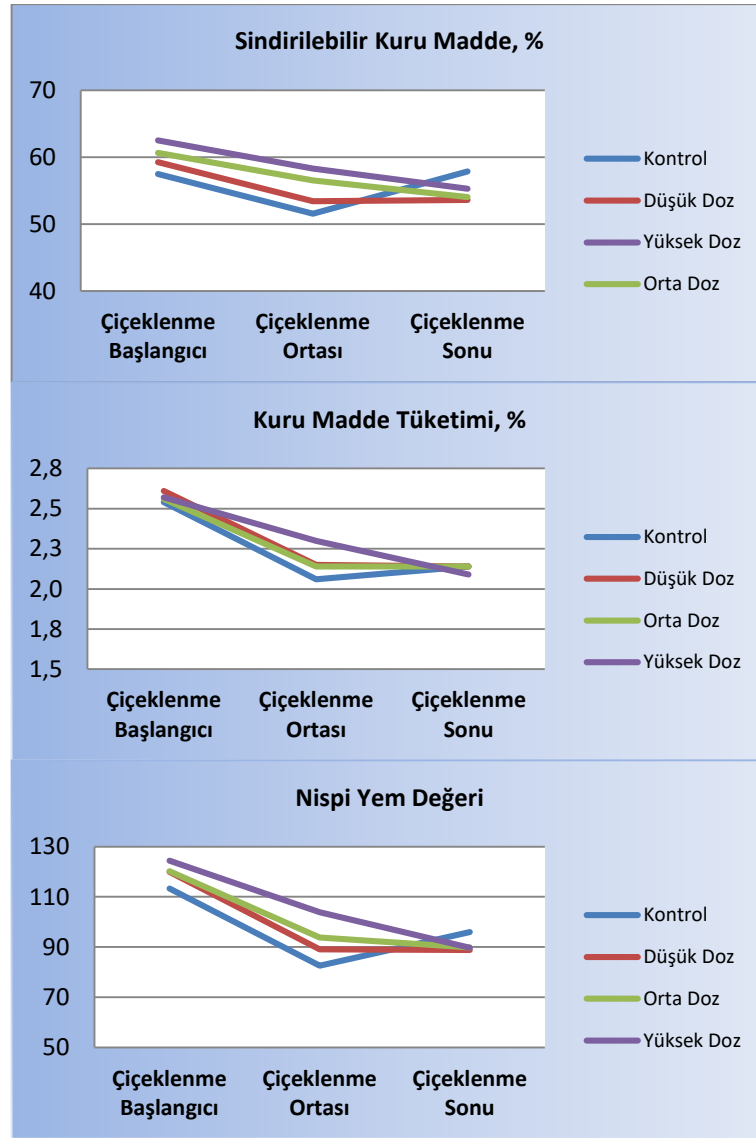
**Çizelge 4.14.** Fermantasyonun 45. gününde açılan silajların SKM, KMT ve NYD sonuçları, %

Dönem	Katkı	SKM	KMT	NYD
ÇB		59,98 <sup>a</sup>	2,57 <sup>a</sup>	119,49 <sup>a</sup>
ÇO		54,97 <sup>b</sup>	2,16 <sup>b</sup>	92,28 <sup>b</sup>
ÇS		55,22 <sup>b</sup>	2,13 <sup>b</sup>	91,03 <sup>b</sup>
<b>SEM</b>		<b>0,28</b>	<b>0,02</b>	<b>1,06</b>
	Kontrol	55,66 <sup>c</sup>	2,25	97,25 <sup>c</sup>
	Düşük Doz	55,45 <sup>c</sup>	2,30	99,26 <sup>bc</sup>
	Orta Doz	57,09 <sup>b</sup>	2,28	101,25 <sup>b</sup>
	Yüksek Doz	58,70 <sup>a</sup>	2,32	105,98 <sup>a</sup>
<b>SEM</b>		<b>0,32</b>	<b>0,02</b>	<b>1,23</b>
ÇB	Kontrol	57,50 <sup>cd</sup>	2,54 <sup>a</sup>	113,32 <sup>b</sup>
	Düşük Doz	59,26 <sup>bc</sup>	2,61 <sup>a</sup>	119,99 <sup>a</sup>
	Orta Doz	60,66 <sup>b</sup>	2,56 <sup>a</sup>	120,24 <sup>a</sup>
	Yüksek Doz	62,50 <sup>a</sup>	2,57 <sup>a</sup>	124,41 <sup>a</sup>
ÇO	Kontrol	51,56 <sup>h</sup>	2,06 <sup>c</sup>	82,51 <sup>f</sup>
	Düşük Doz	53,45 <sup>g</sup>	2,15 <sup>c</sup>	89,03 <sup>e</sup>
	Orta Doz	56,54 <sup>de</sup>	2,14 <sup>c</sup>	93,73 <sup>de</sup>
	Yüksek Doz	58,33 <sup>c</sup>	2,30 <sup>b</sup>	103,85 <sup>c</sup>
ÇS	Kontrol	57,90 <sup>cd</sup>	2,14 <sup>c</sup>	95,91 <sup>d</sup>
	Düşük Doz	53,63 <sup>fg</sup>	2,14 <sup>c</sup>	88,75 <sup>e</sup>
	Orta Doz	54,06 <sup>fg</sup>	2,14 <sup>c</sup>	89,77 <sup>de</sup>
	Yüksek Doz	55,29 <sup>ef</sup>	2,09 <sup>c</sup>	89,68 <sup>de</sup>
<b>SEM</b>		<b>0,56</b>	<b>0,03</b>	<b>2,13</b>
	Dönem	<0,001	<0,001	<0,001
	Katkı	<0,001	0,069	<0,001
	Dönem X Katkı	<0,001	<0,001	<0,001

ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, ÇO: Çiçeklenme ortası ÇS: Çiçeklenme sonu, Düşük Doz:  $1 \times 10^5$  kob/g, Orta Doz:  $5 \times 10^5$  kob/g, Yüksek Doz:  $1 \times 10^6$  kob/g, SKM: sindirilebilir kuru madde; KMT: kuru madde tüketimi; NYD: nispi yem değeri

<sup>a-j</sup>Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05).





**Şekil 4.19.** Yonca silajlarında SKM, KMT ve NYD farklılıkları

Çizelge 4.19'dan da görüldüğü gibi, çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme ortası ve çiçeklenme sonunda yapılan silajların SKM'leri sırasıyla %59,98, 54,97 ve 55,22; KTM'leri %2,57, 2,16 ve 2,13; NYD'leri ise 119,49, 92,28 ve 91,03 olarak saptanmıştır. Çiçeklenme döneminde yapılan silajların SKM, KTM ve NYD'leri diğer dönemlerde yapılan silajlardan önemli düzeyde daha yüksek olduğu görülmektedir ( $P < 0.001$ ). Kontrol, düşük, orta ve yüksek dozda LAB+E kullanılan silajlarda SKM sırasıyla ile %55,66, 55,45, 57,09 ve 58,70; KTM %2,25, 2,30, 2,28 ve 2,32; NYD ise 97,25, 99,26, 101,25 ve 105,98 olarak saptanmıştır. Farklı düzeylerde LAB+E kullanımı silajların SKM ve NYD'lerini önemli oranda artırırken ( $P < 0.001$ ), KTM'leri üzerinde ki etkisi ise önemsiz bulunmuştur ( $P > 0.05$ ).

#### 4.2.5. Yonca Silajlarının Aerobik Stabilite İle İlgili Bulgular

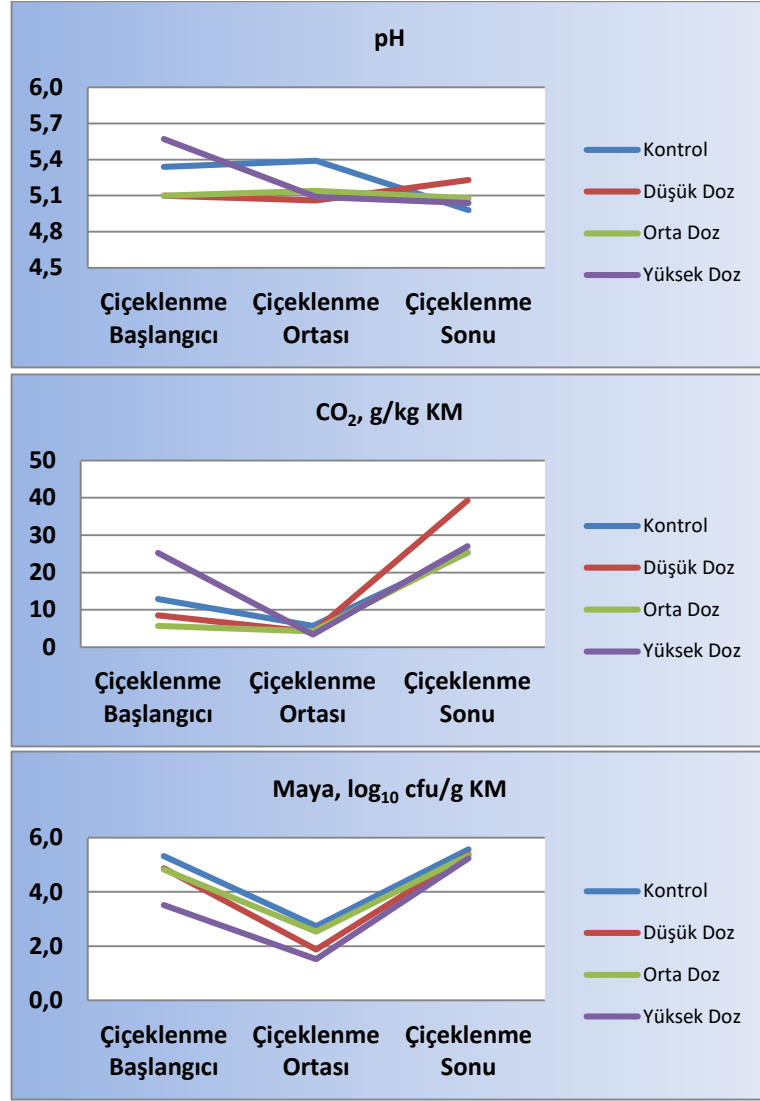
Silolamanın 45. gününde açılan silajlara ait 5 günlük aerobik stabilite testi sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir.

**Çizelge 4.15.** Fermantasyonun 45. gününde açılan silajların aerobik stabilite test sonuçları

Dönem	Katkı	pH	CO <sub>2</sub> , g/kg KM	Maya, log <sub>10</sub> kob/g KM	Küf, log <sub>10</sub> kob/g KM
ÇB		5,28	13,07 <sup>b</sup>	4,63 <sup>b</sup>	0,00
ÇO		5,17	4,34 <sup>c</sup>	2,16 <sup>c</sup>	0,00
ÇS		5,08	29,27 <sup>a</sup>	5,38 <sup>a</sup>	0,00
<b>SEM</b>		<b>0,06</b>	<b>1,08</b>	<b>0,08</b>	<b>0,00</b>
	Kontrol	5,11	11,77 <sup>c</sup>	3,42 <sup>c</sup>	0,00
	Düşük Doz	5,13	17,26 <sup>ab</sup>	4,04 <sup>b</sup>	0,00
	Orta Doz	5,24	14,65 <sup>bc</sup>	4,54 <sup>a</sup>	0,00
	Yüksek Doz	5,24	18,56 <sup>a</sup>	4,24 <sup>b</sup>	0,00
<b>SEM</b>		<b>0,07</b>	<b>1,24</b>	<b>0,09</b>	<b>0,00</b>
ÇB	Kontrol	5,10 <sup>bc</sup>	5,65 <sup>d</sup>	3,51 <sup>d</sup>	0,00
	Düşük Doz	5,10 <sup>bc</sup>	8,47 <sup>cd</sup>	4,87 <sup>bc</sup>	0,00
	Orta Doz	5,34 <sup>a-c</sup>	12,92 <sup>c</sup>	5,32 <sup>a-c</sup>	0,00
	Yüksek Doz	5,57 <sup>a</sup>	25,25 <sup>b</sup>	4,83 <sup>c</sup>	0,00
ÇO	Kontrol	5,14 <sup>bc</sup>	4,25 <sup>d</sup>	1,52 <sup>f</sup>	0,00
	Düşük Doz	5,06 <sup>bc</sup>	4,02 <sup>d</sup>	1,87 <sup>f</sup>	0,00
	Orta Doz	5,39 <sup>ab</sup>	5,68 <sup>d</sup>	2,73 <sup>e</sup>	0,00
	Yüksek Doz	5,09 <sup>bc</sup>	3,40 <sup>d</sup>	2,53 <sup>e</sup>	0,00
ÇS	Kontrol	5,08 <sup>bc</sup>	25,40 <sup>b</sup>	5,24 <sup>a-c</sup>	0,00
	Düşük Doz	5,23 <sup>a-c</sup>	39,29 <sup>a</sup>	5,39 <sup>ab</sup>	0,00
	Orta Doz	4,98 <sup>c</sup>	25,34 <sup>b</sup>	5,57 <sup>a</sup>	0,00
	Yüksek Doz	5,04 <sup>bc</sup>	27,04 <sup>b</sup>	5,35 <sup>a-c</sup>	0,00
<b>SEM</b>		<b>0,11</b>	<b>2,15</b>	<b>0,16</b>	<b>0,00</b>
	Dönem	0,068	<0,001	<0,001	<0,001
	Katkı	0,371	0,004	<0,001	<0,001
	Dönem X Katkı	0,037	<0,001	<0,001	<0,001

ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, ÇO: Çiçeklenme ortası ÇS: Çiçeklenme sonu, Düşük Doz: 1x 10<sup>5</sup> kob/g, Orta Doz: 5x 10<sup>5</sup> kob/g, Yüksek Doz: 1x 10<sup>6</sup> kob/g, CO<sub>2</sub>: Karbondioksit

<sup>a-f</sup>Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05).



**Şekil 4.20.** Yonca silajlarında aerobik stabilite testi sonucu pH, CO<sub>2</sub> ve maya değişimleri

Beş günlük aerobik stabilite testi sonucunda çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme ortası ve çiçeklenme sonunda yapılan silajların pH değerleri sırasıyla 5,28,5,17 ve 5,08; CO<sub>2</sub> üretimleri 13,07, 4,34 ve 29,27 g/kg KM; maya sayıları ise 4,63, 2,16 ve 5,38 log<sub>10</sub> kob/g KM olarak saptanmıştır. Çiçeklenme sonu döneminde yapılan silajların CO<sub>2</sub> üretimi ve maya sayıları diğer dönemlerde yapılan silajlardan önemli düzeyde daha yüksek olduğu görülmektedir (P<0.001). Kontrol, düşük, orta ve yüksek dozda LAB+E kullanılan silajların pH değerleri sırasıyla 5,11, 5,13, 5,24 ve 5,24; CO<sub>2</sub> üretimleri 11,77, 17,26, 14,65 ve 18,56; maya sayıları ise 3,42, 4,04, 4,54 ve 4,24 log<sub>10</sub> kob/g KM olarak saptanmıştır. Kontrol grubu silajların CO<sub>2</sub> üretimi ve maya sayıları LAB+E inokulantı kullanılan silajlara göre önemli düzeyde düşük olduğu görülmektedir (P<0.001).

#### 4.2.6. Yonca Silajlarının *In Vitro* Organik Madde Sindirilebilirliği ve Metabolik Enerji Değeri İle İlgili Bulgular

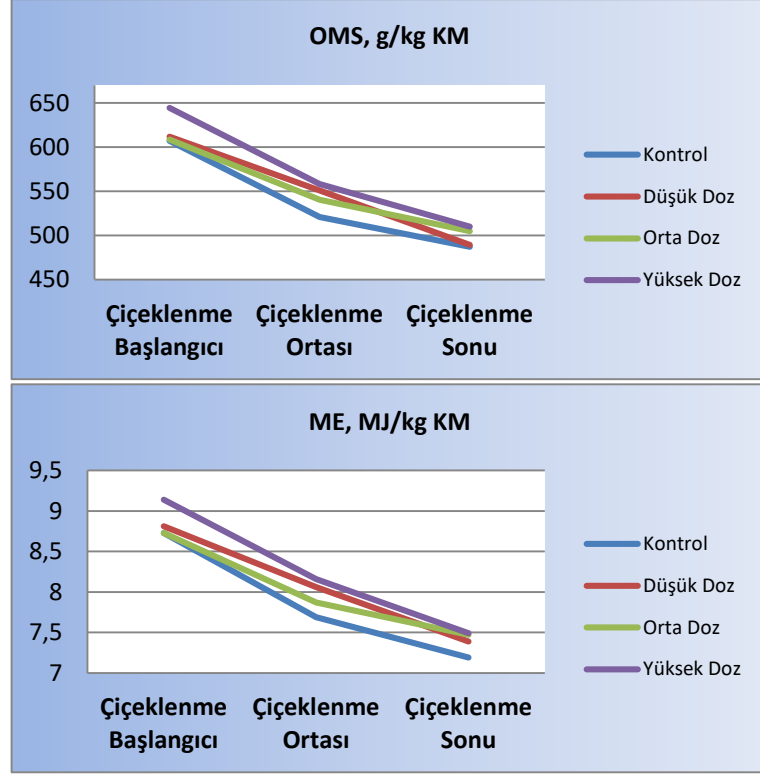
Silolamanın 45. gününde açılan silajlara ait *in vitro* OMS ve ME değerleri Çizelge 4.16'da verilmiştir.

**Çizelge 16.** Fermantasyonun 45. gününde açılan silajların *in vitro* OMS ve ME içeriği

Dönem	Katkı	OMS	ME
ÇB		618,11 <sup>a</sup>	8,85 <sup>a</sup>
ÇO		542,73 <sup>b</sup>	7,95 <sup>b</sup>
ÇS		500,22 <sup>c</sup>	7,38 <sup>c</sup>
<b>SEM</b>		<b>1,86</b>	<b>0,03</b>
	Kontrol	538,51 <sup>c</sup>	7,87 <sup>c</sup>
	Düşük Doz	553,90 <sup>b</sup>	8,09 <sup>b</sup>
	Orta Doz	551,41 <sup>b</sup>	8,02 <sup>b</sup>
	Yüksek Doz	570,93 <sup>a</sup>	8,26 <sup>a</sup>
<b>SEM</b>		<b>2,15</b>	<b>0,03</b>
ÇB	Kontrol	607,15 <sup>b</sup>	8,73 <sup>b</sup>
	Düşük Doz	612,02 <sup>b</sup>	8,81 <sup>b</sup>
	Orta Doz	608,79 <sup>b</sup>	8,73 <sup>b</sup>
	Yüksek Doz	644,50 <sup>a</sup>	9,14 <sup>a</sup>
ÇO	Kontrol	521,07 <sup>e</sup>	7,69 <sup>e</sup>
	Düşük Doz	551,19 <sup>cd</sup>	8,06 <sup>c</sup>
	Orta Doz	540,41 <sup>d</sup>	7,87 <sup>d</sup>
	Yüksek Doz	558,26 <sup>c</sup>	8,16 <sup>c</sup>
ÇS	Kontrol	487,33 <sup>h</sup>	7,19 <sup>g</sup>
	Düşük Doz	489,50 <sup>g</sup>	7,39 <sup>f</sup>
	Orta Doz	505,04 <sup>fg</sup>	7,47 <sup>f</sup>
	Yüksek Doz	510,03 <sup>f</sup>	7,49 <sup>f</sup>
<b>SEM</b>		<b>3,72</b>	<b>0,05</b>
	Dönem	<0,001	<0,001
	Katkı	<0,001	<0,001
	Dönem X Katkı	<0,001	<0,001

ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, ÇO: Çiçeklenme ortası, ÇS: Çiçeklenme sonu, Düşük Doz:  $1 \times 10^5$  kob/g, Orta Doz:  $5 \times 10^5$  kob/g, Yüksek Doz:  $1 \times 10^6$  kob/g, OMS: Organik madde sindirilebilirliği, ME: Metabolik enerji

<sup>a-f</sup>Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05).



**Şekil 4.21.** Yonca silajlarında OMS ve ME farklılıkları

Çizelge 4.21'den de görüldüğü gibi, çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme ortası ve çiçeklenme sonunda yapılan silajların OMS miktarı sırasıyla 618,11, 542,73 ve 500,22 g/kg KM; ME değerleri ise 8,85, 7,95 ve 7,38 MJ/kg KM olarak saptanmıştır. Hasat zamanının ilerlemesine bağlı olarak silajların OMS miktarları ve ME değerleri önemli düzeyde azaldığı görülmektedir ( $P<0.001$ ). Kontrol, düşük, orta ve yüksek dozda LAB+E kullanılan silajların OMS miktarları sırasıyla 538,51, 553,90, 551,41 ve 570,93; ME değerleri ise 7,87, 8,09, 8,02 ve 8,26 MJ/kg KM olarak saptanmıştır. İnokulant kullanım dozunun artışına bağlı olarak silajların OMS miktarları ve ME değerleri kontrol silajına göre önemli düzeyde arttığı saptanmıştır ( $P<0.001$ ).

## 5. TARTIŞMA

Uygun saklama koşullarının gerçekleştirilmesi sonrasında elde edilecek silo yeminde kalite ve bağlamında da değerliliği üzerinde etkili olabilecek temel faktörler silajı yapılacak taze materyalin kimi özelliklerce sahip olduğu değerlerle ilişkilidir. Bitkisel materyalin sahip olduğu ham besin maddeleri miktarı bir tarafa bırakılacak olursa KM, pH, SÇK, kapsamı ve birçok durumda da epifitik mikroorganizma yoğunluğunun bu anlamda ön plana çıktığı söylenebilir. Yetiştiriciliği yapılan yonca çeşidinde çalışmada kullanılan üç farklı olgunlaşma döneminin, bu bitkinin KM ve diğer ham besin madde içerikleri üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır.

Çiçeklenme başlangıcı, ortası ve sonunda hasat edilen yoncada başlangıç pH değerleri sırasıyla 6,11, 6,03 ve 6,03 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.1.). Stallings ve ark. (1981), yonca hasıllarının pH değerlerini 5,8–6,0 arasında, Filya ve ark. (2001) pH değerini 6,50; Moravkova ve ark. (2003) pH değerlerini 5,78 -5,94 arasında, Elizalde ve ark. (2009) ise pH değerlerini 5,8-5,9 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmanın başlangıç materyalinde saptanan pH değerleri ile diğer araştırmalardan elde edilen değerlerin benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Çiçeklenme başlangıcı, ortası ve sonunda hasat edilen yoncada HP içerikleri KM'de % 22,08, 21,16 ve 2070 olarak bulunmuştur. Nadeau ve ark. (2000)'nın yoncada farklı çiçeklenme dönemlerinde hasat edilen yoncada HP içeriklerini KM'de % 23,3, 18,6 ve 16,3, Elizalde ve ark. (2009) yonca hasıllarında HP değerini %15,80, Cai ve ark. (1999) yonca hasıllarında HP değerini %15,83, Vatansever (2011) farklı biçim dönemlerinde hasat ettiği yonca hasıllarında HP değerlerini %21,12-22,94, Coblenz ve ark. (2014) ikinci ve üçüncü biçim dönemlerinde hasat edilen yoncada HP miktarını %19,1 ve 22,8, Özdüven ve Çelebi Çam (2017)'in çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme ortası ve tam çiçeklenme döneminde hasat edilen yonca bitkisinde HP değerlerini sırasıyla %22,76, 21,03 ve 18,39 olarak tespit edildiğini bildirmişlerdir. Araştırmamızda saptanan HP değerleri ile diğer araştırmalardan elde edilen değerlerin uyumlu olduğu görülmektedir.

Çiçeklenme başlangıcı, ortası ve sonunda hasat edilen yoncada başlangıç SÇK içerikleri sırasıyla 14,95, 14,08 ve 12,20 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.1.). Cai ve ark.(1999) yoncada SÇK içeriğini 38,7 g/kg KM, Filya ve ark. (2001) çiçeklenme başlangıcında hasat edilen yoncada SÇK içeriklerini 32 g/kg KM; Vatansever (2011) farklı biçim zamanlarında hasat edilen yoncada SÇK içeriklerini 47,97-49,60 g/kg KM arasında, Özdüven ve Çelebi Çam (2017)'in çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme ortası ve tam çiçeklenme döneminde hasat edilen

yonca bitkisinde SÇK içeriklerini sırasıyla 33,45, 29,57 ve 26,74 g/kg KM olarak tespit edildiğini bildirmişlerdir. Araştırmamızda saptanan SÇK içerikleri ile diğer araştırmalardan elde edilen değerlerden daha düşük olduğu görülmektedir.

Çiçeklenme başlangıcı, ortası ve sonunda hasat edilen yoncada başlangıç NDF içerikleri sırasıyla 531,2, 564,5 ve 597,9 g/kg KM; ADF içerikleri 357,7, 404,0 ve 424,9 g/kg KM; ADL içerikleri 84,2, 85,5 ve 93,3 g/kg KM; HSEL içerikleri 133,3, 160,5 ve 173,0 g/kg KM; SEL içerikleri ise 313,5, 318,5 ve 331,7 g/kg KM olarak saptanmıştır (Çizelge 4.1.). Kornfelt ve ark. (2013) çiçeklenme öncesi ve çiçeklenme döneminde yonca hasıllarının NDF, ADF, ADL, hemiselüloz ve selüloz içeriklerini sırasıyla 366-446 g/kg KM, 296-352 g/kg KM ve 67-84 g/kg KM arasında, Coblenz ve ark. (2014) ikinci biçim döneminde yonca hasıllarının NDF, ADF, ADL, hemiselüloz ve selüloz içeriklerini sırasıyla 407, 314, 63, 92 ve 245 g/kg KM; üçüncü biçim döneminde ise aynı sırayla 362, 260, 49, 103 ve 199 g/kg KM; Liu ve ark. (2016) çiçeklenme başlangıcında hasat ettikleri birinci biçim yonca hasılının NDF ve ADF içeriklerini sırasıyla 380,7 ve 291,8 g/kg KM; Özdüven ve Çelebi Çam (2017) çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme ortası ve tam çiçeklenme döneminde hasat edilen yonca bitkisinde NDF içeriklerini sırasıyla 390,3, 445,9 ve 485,1 g/kg KM, ADF içeriklerini ise aynı sırayla 282,0, 319,9 ve 345,9 g/kg KM olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmamızda saptanan hücre duvarı içerikleri diğer araştırmalardan elde edilen değerlerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Hasat döneminde yeşil materyalde yer alan epifitik LAB yoğunluğu ve kompozisyonu birçok faktörün etkisi altında değişim gösterebilmektedir. Çiçeklenme başlangıcı, ortası ve sonunda hasat edilen yoncada başlangıç *lactobacilli* sayıları sırasıyla 3,83, 5,33 ve 3,67 log<sub>10</sub> kob/g KM; maya sayıları ise 6,47, 6,37 ve 6,37 log<sub>10</sub> kob/g olarak saptanmıştır (Çizelge 4.1.). Vatansever (2011) farklı biçim dönemlerinde hasat ettiği yonca hasıllarında *lactobacilli* sayılarını 1,46- 3,22 log<sub>10</sub> kob/g TM arasında, Özdüven ve Çelebi Çam (2017)'ın çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme ortası ve tam çiçeklenme döneminde hasat edilen yonca bitkisinde *lactobacilli* sayılarını sırasıyla 3,26, 3,74 ve 3,40 log<sub>10</sub> kob/g KM olarak tespit edildiğini bildirmişlerdir. Sıcaklık, nispi nem, UV radyasyon ve bitki ile ilgili özelliklere bağımlı olarak meydana gelebilecek bu değişimlerin 1,0–6,0 log<sub>10</sub> kob/g TM sınırları arasında gerçekleşebileceği bildirilmektedir (Mc Donald ve ark. 1988, Petterson 1988, Merry ve ark. 1993). Araştırmamızda saptanan mikrobiyolojik değerler ile diğer araştırmalardan elde edilen değerlerin uyumlu olduğu görülmektedir.

Araştırmaya ait kimyasal analiz sonuçları incelendiğinde de görülebileceği gibi, yonca bitkisinin hasat zamanı ve LAB+E inokulantı kullanılması, yonca silajlarının fermantasyon özelliklerini farklı düzeylerde etkilemiştir.

Taze yoncanın pH'sı çiçeklenme başlangıcında 6,11, çiçeklenme ortasında 6,03 ve çiçeklenme sonunda 6,03 olarak saptandığı bu çalışmada, yapılan tüm yonca silajlarının pH'sı fermantasyonun 2. gününden itibaren azalmıştır ve pH 5,28-6,30 arasında değişmiştir. Ayrıca yonca silajlarının pH'sı fermantasyonun 4., 8. ve 45. günlerinde de azalmaya devam etmiştir ( $P<0.001$ ). Yonca silajlarının pH değerleri olgunlaşma döneminin ilerlemesine bağlı olarak önemli değişiklikler göstermişlerdir. Çiçeklenme ortası ve çiçeklenme sonundaki silajların pH'ları çiçeklenme başlangıcındaki silajlara göre önemli düzeyde daha düşük bulunmuştur ( $P<0.01$ ). Yonca bitkisine farklı düzeylerde LAB+E kullanılması genel olarak yonca silajlarının fermantasyon özelliklerini olumlu yönde etkilemişlerdir. Yonca bitkisine LAB+E'nin katılması ile silajların pH'ları önemli düzeyde azalmıştır ( $P<0.001$ ). Kaliteli bir silaj için fermantasyonun ilk günlerinde pH'nın hızlı bir şekilde düşmesi gerekmektedir. Fermantasyon sırasında pH'nın istenen sınırlara düşmemesi durumunda ortamdaki olumsuz etkiye sahip mikroorganizmalar fermantasyon akışı bozarak kokuşma, çürüme ve küflenmeye neden olmakta ve sonuçta kötü kaliteli bir silaj elde edilmektedir. Tengerdy ve ark. (1991)'nin soldurulmuş yoncada 55. günde açılan silajlarda pH değerlerini kontrol ve LAB+E gruplarında sırasıyla 5,3 ve 4,3; Kung ve ark (1991), yonca silajlarında pH değerlerini kontrol, LAB ve 3 farklı enzim dozu gruplarında sırasıyla 4,11, 4,15 ve 4,11-4,16; Tatlı ve ark. (2001)'nin yonca silajlarının pH değerleri 4,92, Filya ve ark. (2007)'nin 1. ve 2. biçim döneminde hasat edilip silolanan yonca hasıllarına 14 farklı LAB inokulantının fermantasyon özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında pH değerlerini birinci biçimde kontrol ve LAB gruplarında sırasıyla 5,08 ve 4,33-5,14 olarak, ikinci biçimde ise aynı sırayla 4,42 ve 4,29-4,69; Özdüven ve Çelebi Çam (2017)'in çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme ortası ve tam çiçeklenme döneminde hasat edilen yonca bitkisine LAB, E ve LAB+E inokulantı ilavesinin etkilerini inceledikleri çalışmalarında pH değerlerini çiçeklenme başlangıcında kontrol, LAB, E ve LAB+E gruplarında sırasıyla 4,55, 4,13, 4,35 ve 4,18; çiçeklenme ortasında aynı sırayla 4,66, 4,15, 4,41 ve 4,13; çiçeklenme sonunda ise yine aynı sırayla 4,41, 4,06, 4,21 ve 3,94 olarak bildirdikleri sonuçlar ile çalışmamızdan elde edilen pH sonuçlarının uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

Taze yoncanın HK içerikleri çiçeklenme başlangıcında 83,6 g/kg KM, çiçeklenme ortasında 79,1 g/kg KM ve çiçeklenme sonunda 80,8 g/kg KM olarak saptandığı bu çalışmada,



fermantasyon süresince yonca silajlarının HK içerikleri 76,9-95,6 g/kg KM arasında değişmiştir. Çalışmada, yonca silajlarının HK içerikleri fermentasyonun 45. gününde gerek biçim dönemi gerekse de farklı düzeylerde kullanılan LAB+E inokulantlarının söz konusu parametre üzerindeki etkileri önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).

Taze yoncanın HP içerikleri çiçeklenme başlangıcında 220,8 g/kg KM, çiçeklenme ortasında 211,6 g/kg KM ve çiçeklenme sonunda 207,0 g/kg KM olarak saptandığı bu çalışmada, fermentasyon süresince yonca silajlarının HP içerikleri 200,6-240,4 arasında değişmiştir. Çalışmada, yonca silajlarının HP içerikleri vejetasyonun ilerlemesine bağlı olarak önemli düzeyde azalmış ve fermentasyonun tüm dönemlerinde çiçeklenme başlangıcındaki silajların çiçeklenme ortası ve çiçeklenme sonundaki silajlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Fermentasyonun tüm dönemlerinde LAB+E inokulantı kullanılan silajlarda HP miktarları kontrol silajına göre önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur ( $P<0.001$ ). İnokulant kullanılan silajlarda HP miktarının yüksek olması söz konusu silajlarda pH değerinin düşük olmasının etkili olabileceği düşünülmektedir. Fermentasyon sırasında pH'nın hızlı bir şekilde düşmesi bitki proteazlarını inaktif ederek deaminasyonu önlemiş ve kontrol silajına göre LAB+E inokulantı kullanılan silajlarda HP miktarı daha yüksek olmuştur. Sucu ve Filya (2006), Liu ve ark. (2016) ve Liu ve ark. (2018)'nin yapmış oldukları çalışmalarında da benzer bulgular elde edilmiştir.

Yonca silajlarının fermentasyon süresince  $\text{NH}_3\text{-N}$  içerikleri 55,17-125,63 g/kg TN arasında değişmiştir. Çalışmada, çiçeklenme başlangıcı ve çiçeklenme ortası dönemlerinde silolanan yonca silajlarının  $\text{NH}_3\text{-N}$  içerikleri çiçeklenme sonu dönemindeki silajlara göre fermentasyonun ilk günlerinde (2., 4. ve 8. gün) önemli düzeyde daha düşük bulunurken ( $P<0.001$ ), silolamanın son döneminde (45. gün) ise önemli düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır ( $P<0.001$ ). Fermentasyonun tüm dönemlerinde LAB+E inokulantı kullanılan silajlarda  $\text{NH}_3\text{-N}$  miktarları kontrol silajına göre önemli düzeyde daha düşük bulunmuştur ( $P<0.001$ ). Bitki hasadından sonra görülen en önemli aktivite proteolisis olayıdır. Bu olay esnasında bitki bünyesindeki proteinler, proteaz enzimleri tarafından başlıca aminoasitler ve amonyak olmak üzere peptid ve amidlere parçalanmaktadır (Filya 2001). Dolayısıyla  $\text{NH}_3\text{-N}$  protein parçalanma düzeyini gösteren önemli bir parametredir. Fermentasyonun ilk günlerinde LAB+E inokulantı kullanılan silajlarda pH'larda sağlanan hızlı düşüş ile bitki proteaz aktivitesi ve silajda olması arzu edilmeyen *Clostridial* mikroorganizmalarının gelişimi inhibe edildiği ve sonuçta proteolisisin azalmasıyla söz konusu silajlarda  $\text{NH}_3\text{-N}$  miktarının azaldığı

düşünülmektedir. Kaliteli bir silaj için NH<sub>3</sub>-N miktarının toplam nitrojen (TN)'de 100 g/kg düzeyinin altında olması gerektiği bildirilmektedir (McDonald ve ark. 1998). Araştırmamızda çiçeklenme ortası ve çiçeklenme sonu dönemlerde yapılan tüm silajlar ile tüm dönemlerde LAB+E kullanılan silajlardan elde edilen NH<sub>3</sub>-N miktarları bakımından iyi kalitede olduğunu göstermektedir.

Araştırmada fermantasyon süresince yapılan tüm yonca silajlarının LA içerikleri artış göstermiş ve 9,17-114,61 g/kg KM değerleri arasında değişmiştir. Çiçeklenme başlangıcı dönemlerinde silolanan yonca silajlarının LA içerikleri çiçeklenme ortası ve çiçeklenme sonu dönemlerindeki silajlara göre fermantasyonun ilk günlerinde (2. ve 4. gün) önemli düzeyde daha düşük bulunurken (P<0.001), silolamanın 8. ve 45. günlerinde ise çiçeklenme başlangıcı ve çiçeklenme ortası döneminde önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur (P<0.001). Fermantasyonun tüm dönemlerinde LAB+E inokulantı kullanılan silajlarda LA miktarları kontrol silajına göre önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur (P<0.001). Silolanan materyalin bozulmaması için ortamda mutlaka LAB ve bunların LA üretebilmeleri için yeterli miktarda SÇK bulunmalıdır. LAB ancak ortamda yeterli miktarda SÇK bulunması halinde silaj fermantasyonu için gerekli laktik asidi üretebilirler (Filya 2001). Nitekim LAB+E inokulantlarının içerdiği enzimler yoncadaki hücre duvarını ve nişastayı parçalayarak açığa çıkan ilave SÇK fermente edilerek LA üretimi kontrol silajına göre daha yüksek düzeyde olmuş ve daha asidik bir ortam oluşturmuşlardır. Tengerdy ve ark. (1991)'nin soldurulmuş yoncada 55. günde açılan silajlarda LA içerikleri kontrol ve LAB+E gruplarında sırasıyla 35 ve 58 g/kg KM olarak saptamışlardır. Nadeau ve ark. (2000)'nin farklı olgunlaşma dönemlerinde hasat edilen yonca bitkisine *Lactobacillus plantarum* ve *Pediococcus cereviseae* ile selülaz enziminin (2, 10 ve 20 ml selülaz/kg) farklı dozlarını içeren LAB+E inokulantı ilave etmişlerdir. Çalışmalarında silolamanın 60. gününde çiçeklenme öncesi döneminde kontrol ve LAB+E kullanılan silajların LA içeriklerini sırasıyla 49,9 ve 71,7-74,9 g/kg KM, çiçeklenme başlangıcında aynı sırayla 30,9 ve 50,1-67,1 g/kg KM, çiçeklenme sonunda ise yine aynı sırayla 47,5 ve 62,9-64,4 g/kg KM olduğunu tespit etmişlerdir. Özdüven ve Çelebi Çam (2017)'in çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme ortası ve tam çiçeklenme döneminde hasat edilen yonca bitkisine LAB, E ve LAB+E inokulantı kullanmışlardır. Çalışmada silolamanın 45. gününde çiçeklenme başlangıcında LA içeriklerini kontrol, LAB, E ve LAB+E silajlarında sırasıyla 39,83, 52,47, 49,79 ve 49,48 g/kg KM; çiçeklenme ortasında aynı sırayla 33,06, 46,70, 41,82 ve 46,51 g/kg KM; çiçeklenme sonunda ise yine aynı sırayla 33,50, 41,28, 36,74 ve 38,52 olarak saptamışlardır.

Araştırmada fermantasyon süresince yapılan tüm yonca silajlarının AA içerikleri artış göstermiş ve 0,53-34,35 g/kg KM değerleri arasında değişmiştir. Fermantasyonun ilk günlerinde çiçeklenme başlangıcındaki silajların AA düzeyleri diğer olgunlaşma dönemlerindeki silajlara göre önemli düzeyde daha düşük, 45. günde ise daha yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Yüksek dozda LAB+E inokulantı kullanımı fermantasyonun 2. gününde AA içeriğini diğer silajına göre önemli düzeyde azaltmış ( $P<0.006$ ), 4., 8. ve 45. günlerinde ise etkilememiştir ( $P>0.05$ ). McDonald ve ark. (1988) yüksek oranda AA içeriğine sahip silajlarda amino asitlerin parçalanımı sonucu oluşan  $NH_3-N$  miktarının arttığı ve silajın AA içeriğinin KM tüketimini düşürdüğünü bildirilmektedirler. Bu nedenle AA silaj fermantasyonu açısından istenmeyen asitlerdendir. Ancak AA silajlarda maya ve küf gelişimini önleyerek silajların aerobik stabilitelelerini artırır. Silajda AA'lar aerobik bozulmanın üzerinde etkili AA bakterileri grubuna bağlıdır. Bu bakterilerin silajlarda maya gelişimi üzerinde engelleyici özellikleri bildirilmektedir (Basmacıoğlu ve Ergül 2002). Özellikle maya ve küf gelişimini engelleyecek kadar üretilen AA'de silajların bozulmasını önleyerek aerobik stabilitelelerini artırır (Filya 2005). Filya ve ark. (2007), yoncaya 14 farklı LAB kullanılan silajlarda birinci biçim döneminde AA içerikleri kontrol ve LAB grupları için sırasıyla 14,2 ve 5,5-36,8 g/kg KM, ikinci biçim döneminde ise aynı sırayla 29,0 ve 13,1-37,4 g/kg KM olarak bulunmuştur. Nadeau ve ark. (2000)'nın çiçeklenme öncesi, çiçeklenme başlangıcı ve çiçeklenme sonu dönemlerinde hasat ettiği yonca bitkisine farklı dozlarda LAB+E kullandıkları çalışmalarında, çiçeklenme öncesi dönemdeki kontrol ve LAB+E grubu silajlarında AA içeriklerini 17,4 ve 8,5-13,5 g/kg KM, çiçeklenme başlangıcında 17,3 ve 11,3-16,4 g/kg KM; çiçeklenme sonu döneminde ise 16,7 ve 8,1-8,5 g/kg KM olarak saptamışlardır. Özdüven ve Çelebi Çam (2017)'in çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme ortası ve tam çiçeklenme döneminde hasat edilen yonca bitkisine LAB, E ve LAB+E inokulantı kullanmışlardır. Çalışmada silolamanın 45. gününde çiçeklenme başlangıcında AA içeriklerini kontrol, LAB, E ve LAB+E silajlarında sırasıyla 24,38, 13,40, 18,38 ve 15,19 g/kg KM; çiçeklenme ortasında aynı sırayla 20,52, 19,13, 19,49 ve 18,18 g/kg KM; çiçeklenme sonunda ise yine aynı sırayla 21,97, 10,26, 14,48 ve 12,83 g/kg KM olarak bildirmektedirler.

Araştırmada fermantasyon süresince yonca silajlarının PA içerikleri 1,34-4,74 g/kg KM değerleri arasında değişmiştir. Fermantasyonun ilk günlerinde çiçeklenme ortasındaki silajların PA düzeyleri diğer olgunlaşma dönemlerindeki silajlara göre önemli düzeyde daha düşük olurken 45. günde ise çiçeklenme başlangıcında ortalama 4.23 g/kg KM ile daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Fermantasyonun ilk günlerinde (2, 4 ve 8. gün) kontrol ve

düşük dozda LAB+E inokulantı kullanılan silajlarda PA içeriği diğer silajlara göre önemli düzeyde daha yüksek bulunmuş ( $P<0.006$ ), fermantasyonun 45. gününde ise kontrol grubu silajlarda PA daha yüksek saptanmış, ancak bu etki katkı maddesi kullanılan silajlara göre önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).

Araştırmada fermantasyon süresince yonca silajlarının BA içerikleri 0,00-16,61 g/kg KM değerleri arasında değişmiştir. Fermantasyonun ilk günlerinde çiçeklenme ortasındaki silajların BA düzeyleri diğer olgunlaşma dönemlerindeki silajlara göre önemli düzeyde daha düşük olurken 45. günde ise ortalama 14.69 g/kg KM ile daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Fermantasyonun ilk günlerinde (2 ve 4. gün) kontrol silajlarında BA içeriği diğer silajlara göre önemli düzeyde daha yüksek bulunurken ( $P<0.006$ ), fermantasyonun 45. gününde ise kontrol grubu silajlarda BA daha yüksek saptanmış, ancak bu etki önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).

Yonca silajlarında olgunlaşma dönemi ve LAB+E inokulantı kullanımının KMK üzerindeki etkileri incelendiğinde, tüm gruplarda fermantasyon süreci boyunca KMK'nda bir artış gözlenmiştir. Araştırmada fermantasyon süresince yonca silajlarının KM kayıpları %0,36-2,43 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Fermantasyonun ilk günlerinde (2., 4. ve 8. günlerde) olgunlaşma döneminin ilerlemesi ile birlikte KMK önemli düzeyde artarken ( $P<0.001$ ), 45. günde ise olgunlaşma dönemleri silajların KMK üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ). Fermantasyonun ilk günlerinde (2., 4. ve 8. günlerde) LAB+E inokulantı kullanım oranına bağlı olarak KMK önemli düzeyde azaltmıştır. Fermantasyonun 45. gününde ise LAB+E kullanılan silajlarda KMK azaltmış ancak bu etki kontrol silajlarına göre önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).

Araştırmada olgunluk dönemleri ve LAB+E inokulantı kullanımı yonca silajlarının mikrobiyolojik yapısını farklı düzeylerde etkilemiştir. Nitekim fermantasyon süresince çiçeklenme ortası dönemde yapılan tüm dönemlerdeki silajların *lactobacilli* sayısı diğer olgunluk dönemlerinde yapılan silajlardan önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur ( $P<0.001$ ). Fermantasyonun tüm dönemlerinde LAB+E inokulantı kullanılan silajlarda *lactobacilli* sayıları kontrol silajına göre önemli düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır ( $P<0.001$ ). Yonca silajlarında LAB+E inokulantının kullanımı, silolamanın ilk günlerinden itibaren LAB'nin hızla etkin hale gelmesini sağlamış, ortamdaki SÇK'ların fermantasyonunu artırarak LA üretimini teşvik etmiştir. Kontrol silajlarına göre LAB+E inokulantı kullanılan silajların pH'larının düşük oluşu da, *lactobacilli* gelişimlerinin dolayısıyla LA üretiminin de

yüksek oluşudur. Ayrıca silolamanın son döneminde (45. gün) açılan tüm silajların *lactobacilli* sayıları fermantasyonun ilk günlerine (2, 4 ve 8. gün) göre daha düşük bulunmuştur. Kızılišimşek ve ark. (2007)'nin çiçeklenme başlangıcı dönemlerinde hasat ettiği yonca bitkisine farklı dozlarda LAB kullandıkları çalışmalarında, kontrol ve LAB grubu silajlarında *lactobacilli* sayılarını 8,62 ve 8,65-8,91 log<sub>10</sub> kob/g KM olarak saptamışlardır. Özdüven ve Çelebi Çam (2017)'in çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme ortası ve tam çiçeklenme döneminde hasat edilen yonca bitkisine LAB, E ve LAB+E inokulantı ilavesinin etkilerini inceledikleri çalışmalarında *lactobacilli* sayılarını çiçeklenme başlangıcı döneminde kontrol, LAB, E ve LAB+E silajlarında sırasıyla 5,47, 6,06, 5,06 ve 5,59 log<sub>10</sub> kob/g KM; çiçeklenme ortasında aynı sırayla 4,53, 6,14, 5,27 ve 5,99 log<sub>10</sub> kob/g KM; çiçeklenme sonunda ise yine aynı sırayla 5,86, 6,79, 5,40 ve 6,86 log<sub>10</sub> kob/g KM olarak bildirdikleri sonuçlar ile çalışmamızdan elde edilen *lactobacilli* sayılarının uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

Silajlardaki aerobik bozulmanın baş sorumluları maya ve küfler olup, silaj açıldıktan sonra sayıları hızla artar ve yaklaşık 7,0-8,0 log<sub>10</sub> kob/g KM düzeyine ulaşırlar. Maya ve küfler silajda kuru madde kaybına ve sindirilebilir besin maddelerinin azalmasına sebep olmakla beraber ayrıca bazı küf türleri, mikotoksinler ve diğer bazı toksik bileşikler üretirler. Bunun sonucunda hayvan sağlığında ve performansında kayıplara neden olur. Ayrıca hayvansal ürünlerin tüketicisi olarakta insan sağlığını büyük bir risk altına sokar (Filya 2005, O'brien ve ark. 2008). Kızılišimşek ve ark. (2016), fermantasyon süresi ilerledikçe maya sayılarında önemli azalmalar görülebildiğini, silajın depolama evresinde mayaların varlığını sürdürmesi anaerobik şartların devamlılığına, silajın pH değerine, organik asitlerin yoğunluğuna ve maya türüne bağlı olarak değiştiğini bildirmektedirler. Nitekim taze materyal ile karşılaştırıldığında fermantasyon süresince tüm silajların maya sayılarında azalma gözlenmiştir. Fermantasyonun ilk günlerinde (2. ve 4. gün) çiçeklenme başlangıcı dönemindeki silajlarda, silolamanın son döneminde ise çiçeklenme sonu dönemindeki silajlarda maya sayıları önemli düzeyde daha düşük bulunmuştur (P<0.001). Fermantasyonun tüm dönemlerinde LAB+E inokulantı kullanılan silajlarda doza bağlı olarak maya sayıları kontrol silajına göre önemli düzeyde daha düşük olduğu saptanmıştır (P<0.001). Araştırmamızda fermantasyonu sırasında LAB+E inokulantı kullanılan silajlarında sağlanan düşük pH ve yüksek LA içerikleri silaj ortamında istenmeyen maya ve küf gelişimini azalttığı söylenebilir. Zhang ve ark. (2009), yonca silajına *L. buchneri* (LB), *L. Plantarum* (LP) ve LB+LP bakterilerini ilave ederek yaptıkları çalışmada, 90. günlük fermantasyon sonununda kontrol, LB, LP ve LB+LP silaj gruplarında maya

sayılarını sırayla 5,89, 5,25, 5,94 ve 4,70 log<sub>10</sub> kob/g olarak saptamışlar ve en düşük maya sayısı LB+LP gruplarında görülmüştür (P<0.05).

İyi bir şekilde sıkıştırılmış ve düşük pH ile oksijensiz ortamın sağlandığı silajlar küf gelişimi için uygun değildir. Nitekim silajların hiçbirisinde küf oluşmamıştır. Silajlarda fermantasyon sürerken mikrobiyal canlılık da devam etmektedir. Oksijensiz koşullarda LAB LA'in yanı sıra biyosin gibi birçok kimyasal ürün de oluşmaktadır. Bu kimyasallar maya ve küflerin çoğalmalarını engellemekte veya yok etmektedir. Araştırmamızda da fermantasyon süresinin ilerlemesiyle maya sayısının azalması ve küf oluşmaması iyi bir fermantasyonun göstergesi olarak kabul edilebilir. McAllister ve ark. (1998), taze yoncada küf sayısını 6,26 log<sub>10</sub> kob/g olarak saptamışlar, bu yoncaya *L. plantarum* ve *E. faecium* ilave ederek yaptıkları silajlarda silolamanın 84. gününde alınan örneklerde bütün gruplarda küf tespit edilmemiştir.

Kaba yemlerde olgunlaşma döneminin ilerlemesiyle birlikte HSEL'un içeriğinin nispi olarak azaldığı, SEL ve lignin miktarlarının ise arttığı ifade edilirken, HSEL miktarının SEL az olmasına rağmen sindirilebilirliğinin yüksek olduğu bildirilmektedir (Çelebi 2010). Hemiselüloz ve SEL miktar bakımından az olmasına rağmen ligninin sindirilmediği için bu iki komponentle oluşturduğu bağlar nedeniyle bunların sindirilebilirliklerini de düşürdüğü bilinmektedir (Kirchgeßner 1980, Öğün ve ark. 2003). Nitekim silajların hücre duvarı fraksiyonlarının literatür bildirişleri ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Silolamanın 45. gününde çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme ortası ve çiçeklenme sonu dönemlerindeki silajların NDF içerikleri sırasıyla 467,4, 555,8 ve 564,2 g/kg KM; ADF içerikleri 371,2, 435,6 ve 432,4 g/kg KM; ADL içerikleri 68,8,77,1 ve 87,8 g/kg KM; HSEL içerikleri 96,2, 120,3 ve 131,8 g/kg KM; SEL içerikleri 302,5, 358,5 ve 344,5 g/kg KM olarak saptanmıştır. Farklı olgunlaşma dönemlerinde LAB+E katılarak silolanan yoncalar ile kontrol grubu arasında hücre duvarı bileşenlerinde önemli düzeyde bir azalma meydana gelmiştir (P<0.05). Dolayısıyla yoncanın silolanması sırasında kullanılan LAB ve hücre duvarını parçalayan enzim karışımları yoncanın içerdiği SEL, HSEL ve pektinler gibi hücre duvarlarının önemli bir kısmını oluşturan bileşikler parçalamışlardır. Yoncanın yapısal karbonhidratlarını içeren hücre duvarının parçalanması sonucu serbest hale geçen SÇK'lar da *lactobacilli* tarafından besin maddesi olarak kullanılmıştır. Sonuçta silaj fermantasyonu için yetersiz SÇK içeren ve bu nedenle silolanması zor olan yonca başarılı bir şekilde silolanmıştır. Bolsen ve ark. (1996), SÇK'ların silaj ortamındaki LAB ile birlikte bazı anaerobik bakterilerin sayılarını artırarak silajların NDF, ADF ve ham sellüloz parçalanabilirliğini hızlandırmasının da silajların NDF ve ADF

içeriklerindeki düşüşüne etkili olabileceğini bildirmişlerdir. Nitekim Nadeau ve ark. (2000) yonca bitkisinde LAB+enzim inokulantının (*Lactobacillus plantarum* ve *Pediococcus cerevisiae* ile selüloz enziminin 2, 10 ve 20 ml selüloz /kg içeren farklı dozları) etkilerini inceledikleri çalışmalarında, 60. günlük silolama sonrasında çiçeklenme öncesi dönemi için kontrol ve LAB+enzim gruplarındaki silajların NDF içeriklerini sırasıyla 351 ve 284-325 g/kg KM, selüloz içeriklerini 199 ve 156-178 g/kg KM, hemiselüloz içeriklerini 81 ve 64-71 g/kg KM arasında; çiçeklenme başlangıcında aynı sırayla NDF içeriklerini 379 ve 338-349 g/kg KM, selüloz içeriklerini 212 ve 184-196 g/kg KM, hemiselüloz içeriklerini 88 ve 74-82 g/kg KM arasında; çiçeklenme sonunda ise yine aynı sırayla NDF içeriklerini 436 ve 379-409 g/kg KM, selüloz içeriklerini 199 ve 156-178 g/kg KM, hemiselüloz içeriklerini 87 ve 78-88 g/kg KM arasında olduğunu bildirmektedirler. Filya ve ark. (2001) silolamanın 50. gününde açılan yonca silajlarının NDF içeriklerini kontrol, %0,025, %0,050 ve %0,100 düzeyinde selüloz, hemiselüloz ve pektinaz içeren enzim katkısı gruplarında sırasıyla 389, 377, 362 ve 341 g/kg KM; ADF miktarlarını 291, 270, 263 ve 235 g/kg KM; ADL miktarlarını ise 154, 142, 139 ve 131 g/kg KM olarak saptamışlardır. Benzer sonuçlar Koç ve ark. (2008), Can (2010) ile Özdüven ve Celebi Cam (2017)'nin çalışmalarında da görülmüştür.

Van Soest (1994), yemlerin yapısında yer alan ve sindirimi azaltan hücre duvarı bileşenlerinin (NDF, ADF ve ADL) artmasının, hayvanın fiziksel olarak tokluk hissetmesine ve yem tüketiminin sınırlandırılmasına neden olabileceğini bildirmektedir. Nispi yem değeri, kaba yemin tüm değerini tanımlanmasında kullanılan bir indekstir (Henning ve ark. 2000). Her 100 çiçekteki yoncanın yüzde olarak ifadesi anlamına gelen bu indeks, tam çiçekteki yoncanın 100 olarak kabul edilmesi esasına dayanmaktadır. Bu değer altına düşüldükçe yem kalitesi düşmekte, yükselmesi durumunda ise yemin kalitesi artmaktadır (Moore ve Undersander 2002). Araştırmada yonca silajlarının SKM değerleri %51,56-62,50, KMT değerleri %2,06-2,61 ve NYD değerleri 82,51-124,41 arasında değişmiştir. Çiçeklenme başlangıcı dönemindeki silajların SKM, KMT ve NYD değerleri diğer olgunlaşma dönemlerindeki silajlara göre önemli düzeyde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $P<0.001$ ). Farklı dozlarda LAB+E inokulantı kullanılan silajların SKM ve NYD değerleri kontrol silajlarına göre önemli düzeyde daha yüksek bulunmuş ( $P<0.001$ ), KMT ise kontrol grubu silajlarına göre daha yüksek saptanmakla birlikte bu etki önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ). Üç farklı olgunluk döneminde biçilen yonca kuru otunun KMT, SKM ve NYD'ini belirledikleri çalışmalarında, olup söz konusu kaba yemlerin çiçeklenmeden önce, çiçeklenme ve geç olgunluk döneminde KMT'nin sırasıyla %3,95, 2,65 ve 2,25; SKM'nin sırasıyla %73,70, 64,65 ve 60,90; NYD'nin sırasıyla 225, 135 ve 106 olarak

saptandığını, ilerleyen vejetasyon ile yemlerin sindirimini zorlaştıran hücre duvarı bileşenlerinin artmasının SKM, KMT ve NYD'ni olumsuz yönde etkilediğini bildirilmektedir (Canbolat ve ark. 2006). Araştırmadan elde edilen bulgularda bunu destekler nitelikte bulunmuştur. Farklı dozlarda LAB+E ilavesi ile silajların yapısındaki NDF, ADF ve ADL içeriğinin azalması SKM, KMT ve NYD'ni olumlu yönde etkilemiştir.

Yemlemede kullanılmak üzere açılan silajların içerisine sınırsız bir oksijen girişi olmaktadır. İyi fermente olan silajlarda dahil olmak üzere tüm silajlarda bu şekilde bir hava girişi bir miktar besin maddeleri kayıplarına yol açmaktadır. Aerobik stabilite döneminde silajların pH değerleri, CO<sub>2</sub> üretimleri ile maya ve küf sayıları bunun en iyi göstergesidir. Silajların açıldığı ve havanın oksijeni ile karşı karşıya kaldığı bu dönemde silajların pH' ları, maya ve küf sayıları ile birlikte CO<sub>2</sub> üretimleri ne derece yüksek ise silajlar o kadar çabuk bozulacak demektir.

Yonca silajlarının aerobik stabiliteyi gerek olgunlaşma döneminden gerekse LAB+E inokulantlarından önemli düzeylerde etkilemişlerdir. Beş gün boyunca doğrudan havanın oksijenine maruz bırakılan silajların pH değerlerinde bir miktar yükselme tespit edilmiş, ancak silajların pH değerleri açısından gruplar arasında önemli düzeyde bir farklılık görülmemiştir (P>0.05). Araştırmada çiçeklenme sonu dönemindeki yonca silajlarının diğer olgunluk dönemlerindeki silajlara göre aerobik stabiliteyi olumsuz yönde etkileyerek düşürmüştür. Konuya ilişkin yapılan çalışmalar, silajlarda aerobik dönemde görülen CO<sub>2</sub> üretimine mayaların neden olduğunu, LAB+E kullanılan silajlarda *lactobacilli* sayılarının yüksek olmasından dolayı yoğun olarak ortaya çıkan LA'in mayalar tarafından fermente edilerek CO<sub>2</sub> üretimine neden olduğunu göstermiştir (Filya ve ark. 2001). Araştırmada kullanılan LAB+E inokulantları yonca silajlarının aerobik stabiliteyi olumsuz yönde etkileyerek düşürmüşlerdir. İnokulantlar silajların pH ve küf içerikleri üzerinde etkili olmazlarken, silajlardaki CO<sub>2</sub> üretimini (P<0.004) ve maya sayıları (P<0.001) kontrol gruplarına göre önemli düzeyde artırmışlardır. Bu aerobik dönemde silajlarda görülen mayalar, silajlarda yoğun bir CO<sub>2</sub> üretimine neden olarak silajların aerobik stabiliteyi düşürmüşlerdir. Filya ve ark. (2001), yonca silajlarına farklı dozlarda enzim kullanımının aerobik stabilite dönemi süresince silajların pH değerleri, CO<sub>2</sub> üretimi ile maya ve küf sayıları bakımından açısından gruplar arasında önemli düzeyde bir farklılık olmadığını, bunda maya ve küf sayılarının az olması nedeniyle silajların aerobik stabiliteyi düşürmesi riskini engellediğini bildirmektedir. Özdüven ve Çelebi Çam (2017) 5 gün süre ile aerobik stabilite testine tabi tutulan çiçeklenme başlangıcı döneminde yapılan



yonca silajlarında CO<sub>2</sub> üretiminin kontrol ve LAB+E inokulant gruplarında sırasıyla 29,57 ve 26,63 g/kg KM, çiçeklenme ortası dönemde 27,22 ve 24,54 g/kg KM, çiçeklenme sonu döneminde 26,29 ve 21,35 g/kg KM olduğunu; maya sayılarının çiçeklenme başlangıcı döneminde sırasıyla 5,92 ve 5,88 log<sub>10</sub> kob/g KM, çiçeklenme ortası dönemde 6,00 ve 5,92 log<sub>10</sub> kob/g KM, çiçeklenme sonu döneminde 6,07 ve 5,79 log<sub>10</sub> kob/g KM olduğunu; küf sayılarının çiçeklenme başlangıcı döneminde sırasıyla 5,92 ve 5,60 log<sub>10</sub> kob/g KM, çiçeklenme ortası dönemde 6,01 ve 5,81 log<sub>10</sub> kob/g KM, çiçeklenme sonu döneminde 5,46 ve 5,48 log<sub>10</sub> kob/g KM olduğunu saptamışlardır. Araştırmada 5 günlük aerobik stabilite döneminde silajlarda küf tespit edilmemiştir. Bu dönemde silajların pH'larının düşük düzeyde olmasının küf gelişimini engellediği düşünülmektedir. Silajların aerobik stabilitesi ile ilgili olarak araştırmalardan elde edilen bulgular, benzer konuda yapılan çalışmalar ile uyum göstermektedir (Stokes 1992, Filya ve ark. 2001, Özdüven ve Çelebi Çam 2017).

Olgunluk döneminin ilerlemesine bağlı olarak silajların *in vitro* OMS önemli düzeyde azalmıştır (P<0.001). Yonca silajların *in vitro* OMS ve ME değerleri LAB+E inokulantının kullanım dozundaki yükselmeye bağlı olarak da önemli düzeyde artmıştır (P<0.001). Silajlarda temel fermantasyon ürünü LA olmuştur. Oluşan bu LA'nın rumende fermente olup ruminantlar tarafından değerlendirilmesi ile birlikte LAB+E inokulantının içerdiği enzimlerin yoncanın hücre duvarının parçalaması sonucu NDF ve ADF parçalanabilirliğini dolayısıyla OMS ve ME değerini artırdığı düşünülmektedir. Nitekim Tengerdy ve ark. (1990) silolamanın 90. gününde açılan yonca silajlarındaki HS sindirilebilirliğini kontrol ve LAB+E gruplarında sırasıyla 589 ve 612 g/kg KM olarak belirlemişlerdir. Denek ve ark. (2012), çiçeklenme başlangıcında hasat ettikleri yoncada silolamanın 45. günündeki silajlarda *in vitro* OMS ve ME değerlerini sırasıyla 581 g/kg KM ve 10.0 MJ/kg KM olarak saptamışlardır. Malhatun Çotuk (2016), çiçeklenme başlangıcında hasat ettikleri yoncada silolamanın 60. gününde silajların *in vitro* OMS ve ME değerleri sırasıyla 596,5 g/kg KM ve 1493 kcal/kg KM (6.25 MJ/kg KM) olarak tespit etmiştir. Özdüven ve Celebi Cam (2017) çiçeklenme başlangıcı döneminde silolanan yoncanın *in vitro* OM sindirilebilirliğini kontrol, LAB, E ve LAB+E grupları için sırasıyla 620,8, 619,7, 625,8 ve 634,0 g/kg KM; çiçeklenme ortası için aynı sırayla 607,4, 612,3, 615,0 ve 626,0 g/kg KM; çiçeklenme sonu için ise yine aynı sırayla 572,3, 583,2, 587,3 ve 591,8 g/kg KM olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar LAB ve/veya E kullanılan yonca silajlarında *in vitro* OM sindirilebilirliğini önemli düzeyde olmamakla birlikte sayısal anlamda artış gösterdiğini bildirmektedirler.

## 6. SONUÇ

Bu çalışma ile hasat zamanının yonca silajının besin madde içeriklerini ve kalitesini belirleyen önemli unsur olduğu ortaya konmuştur. Genel olarak, bitki olgunlaştıkça yemin HP içeriği, sindirim derecesi ve enerji değerinde azalma, hücre duvarı (NDF ve ADF) içeriğinde ise artışlar olmaktadır. Diğer bir ifadeyle yemin kalitesinde hasat zamanının gecikmesiyle birlikte düşüşler meydana gelmektedir. Bu yüzden, kaliteli bir kaba yem elde etmek için hasat zamanının iyi tespit edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada yonca silajlarından yüksek HP, LA, OMS ve ME değerine sahip kaba yem elde etmek amaçlanırsa, çiçeklenme başlangıcı döneminde hasat edilerek silolanması gerekmektedir. Nitekim hasat zamanının geciktirilmesi yemin HP, OMS ve ME değerini düşürmüştür. Ancak olgunlaşma döneminin ilerlemesiyle birlikte birim alandan elde edilen toplam sindirebilir besin madde miktarı artabilir. Dolayısıyla, bundan sonraki araştırmalarda, birim alandan elde edilen toplam verim ile birlikte birim alandan elde edilen sindirilebilir besin maddeleri gibi diğer bazı parametrelerle desteklenerek uygun hasat döneminin belirlenmesinde daha akılcı kararlar vermek mümkün olacaktır.

Araştırmada kullanılan her üç düzeyde inokulant kullanımı yonca silajlarının pH değerini, NH<sub>3</sub>-N, NDF, ADF ve SEL içerikleri ile maya sayılarını ve KMK önemli düzeyde azaltmış; HP, LA, *in vitro* OMS ve ME içerikleri ile *lactobacillus* sayılarını önemli düzeyde artırmış; silolanmanın son döneminde HK, ADL, AA, PA ve BA içerikleri ile maya ve küf sayılarını etkilememiştir.

Yapılan bu çalışma ile özellikle yağışların bol olduğu ve kurutma imkanının olmadığı dönemlerde, yoncannın LAB+E inokulantı ilave edilerek silolanmasının fermantasyon özellikleri ve yem değerini iyileştirdiği, en etkili dozun 1x10<sup>6</sup> kob g/kg olmakla birlikte, 1x10<sup>5</sup> kob g/kg ve üzerindeki dozların da uygulanabileceği söylenebilir. Ancak kullanım etkinliğini belirleyen faktörler göz önüne alındığında, ülkemizin değişik ekolojilerinde farklı bitkisel materyallerden yapılan silajlarda, LAB+E inokulantların dozu ile ilgili öneriler için laboratuvar ve saha koşullarında gerçekleştirilebilecek çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

## 8. KAYNAKLAR

- Acar Z, Bostan M (2016). Değişik doğal katkı maddelerinin yonca silajının kalitesine etkilerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31:433-440.
- Açıkgöz E (1995). *Yem bitkileri* (II. Baskı). Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Basımevi No:7-025-0210, Bursa.
- Akbari N, Avcıoğlu R (1992). Ege Bölgesine Uygun Bazı Yonca (*Medicago sativa L.*) Çeşitlerinin Agronomik Özellikleri ile Yem Kaliteleri Üzerinde Araştırma, Doktora Tezi, Bornova-İzmir.
- Akbari N, Avcıoğlu R (1994). Akdeniz iklim koşullarına uygun iki yonca çeşitinin agronomik özellikleri arasındaki ilişkiler üzerine bir araştırma. Türkiye 1. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-29 Nisan 1994, İzmir.
- Aksoy A, Yılmaz A (2003). Bazı Yonca Varyetelerinde Kuru Madde ve Organik Madde Sindirilebilirlikleri ve Metabolik Enerji Değerleri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 9(4):440-444.
- Akyıldız R (1984). *Yemler Bilgisi Laboratuvar Klavuzu*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:859, 236, Ankara.
- Albrecht KA, Wedin WF, Buxton DR (1987). Cell-wall composition and digestibility of alfalfa stems and leaves. *Crop Sci* ., 27: 735-741.
- Alçıçek A, Özkan K (1997). Silo yemlerinde fiziksel ve kimyasal yöntemlerle silaj kalitesinin saptanması, Türkiye I. Silaj Kongresi, s. 235-240, Bursa.
- Anonim (1986). *The Analysis of Agricultural Material*, Reference Book: 427, 428 p, London.
- Ashbell G, Weinberg ZG, Azrieli A, Hen Y, Horev B (1991). A simple system to study the aerobic deterioration of silages. *Can. Agric. Eng.*, 33: 391-393.
- Atalay AG (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.
- Avcıoğlu R, Hatipoğlu R, Karadağ Y (2009). *Yem Bitkileri (Baklagil Yem Bitkileri)*. Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yayınları, Cilt II, 545, İzmir.
- Aydın İ, Acar Z, Erden İ (1994). Samsun ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı yonca çeşitlerinin kuru ot ve ham protein verimleri üzerine bir araştırma. Türkiye 1. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-29 Nisan 1994. İzmir.
- Basmacıoğlu H, Ergül M (2002). Silaj Mikrobiyolojisi. *Hayvansal Üretim* 43(1): 12-24.
- Bolsen KK, Ashbell G, Weinberg ZG (1996). Silage fermentation and silage additives. *AJAS*, 9 (5): 483-493.

- Bolsen KK, Lin, C, Brent BE, Feyerherm AM, Urban JE, Aimutis WR (1992). Effects of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. *J Dairy Sci.* 75:3066-3083.
- Buxton DR, Homstein JS (1986). Cell-wall concentration and components in stratified canopies of alfalfa, Birds food Trefoil and Red Clover. *Crop Sci.*, 29:429-435.
- Cai Y, Benno Y, Ogawa M, Kumai S (1999). Effect of applying lactic acid bacteria isolated from forage crops on fermentation characteristics and aerobic deterioration of silage. *J Dairy Sci*, 82:520–526.
- Canbolat Ö (2012). Bazı Buğdaygil Kaba Yemlerinin İn Vitro Gaz Üretimi, Sindirilebilir Organik Madde, Nispi Yem Değeri Ve Metabolik Enerji İçeriklerinin Karşılaştırılması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18 (4): 571-577.
- Canbolat Ö (2013). Farklı Olgunlaşma Dönemlerinin Kolza Otunun (*Brassica napus* L.) Besleme Değeri Üzerine Etkisi. 60 (2). 145-150.
- Canbolat Ö, Kalamak A, Özkan CO, Erol A, Şahin M, Karakaş E, Özköse E (2006). Prediction of relative feed value of alfalfa hays harvested at different maturity stages using in vitro gas production. *Livestock Research for Rural Development*, 18:2.
- Christen AM, Seoane JR, Leroux GD (1990). The Nutritive Value For Sheep of Quackgrass and Timothy Hays Harvested At Two Stage of Growth. *Journal of Animal Science* 68: 3350-3359.
- Clarkson NM (1977). Annual Medics in Queensland. *Queensland Agric. J.*, 103: 39-60.
- Close W, Menke KH (1986). Selected Topics in Animal Nutrition Universitat, Pp; 170+85, Hohenheim.
- Coblentz WK, Muck RE, Borchardt MA, Spencer SK, Jokela WE, Bertram MG, Coffey KP (2014). Effects of dairy slurry on silage fermentation characteristics and nutritive value of alfalfa. *J. Dairy Sci.* 97:7197–7211.
- Çelebi A (2010). Mikrobiyal İnokulantlar ve Hücre Duvarını Parçalayan Enzimlerinin Yonca Silajında Fermantasyon Özellikleri ve Aerobik Stabilite Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Çelik A, Şahin Demirbağ N (2013). Türkiye’de tarımsal desteklemelerin yem bitkileri ekiliş ve üretim üzerine etkisi. Yayın No: 215 ISBN: 978-605-4672-40-0, 35 sayfa, Ankara.
- Çerçi ÜH, Şahin K ve Güler T (1996). Farklı Oranlarda Silajlık Mısır ve Yonca Kullanılarak Yapılan Silajların Kalitesinin Belirlenmesi. *F.Ü. Sağlık Bil. Dergisi*, 10:193-200.
- Çifçi M, Çerçi H, Dalkılıç B, Güler T, Ertas ON (2005). Elmanın karbonhidrat kaynağı olarak yonca silajına katılma olanağının araştırılması. *YYÜ Vet. Fak. Derg.* 16 (2):93-98.
- Davies OD (1993). Silage aerobic stability: A guide to intake potential, Silage Research Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Conference on silage research. Dublin City University, Dublin.

- Denek N, Can A, Avcı M, Aksu T (2012). The Effect of Fresh and Frozen Pre-Fermented Juice on the Fermentation Quality of Alfalfa Silage Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi. Kafkas Univ Vet Fak Derg, 18 (5): 785-790.
- Elizalde HF, Henriquez RI (2009) Effects of alfalfa haylage harvesting systems on dry matter intake and feeding behaviour of eaat friesland ewes in late pregnancy. Arch Med Vet., 41:107 – 113.
- Erişir M, Kılınç Ü, Özçelik M, Çiftçi M, Çerçi İ H, Benzer F (2017). Taze, silaj ve kuru yoncanın kuzuların kanındaki serbest radikal hasarı ve bazı antioksidanlar üzerine etkisi. Int. J. PureAppl. Sci. 3(2): 45-49.
- Ertekin İ, Çelikleş N, Can E, Kızılsimşek M (2017). Yonca silaj ve besleme kalitesinin FT NIRS teknolojisi ile saptanması. KSÜ Doğa Bil. Derg., 20 (Özel Sayı), 88-92.
- Filya İ (2000). Silaj Kalitesinin Arttırılmasında Yeni Gelişmeler. International Animal Nutrition Congress'2000, 243-250 s, Isparta.
- Filya İ (2001). Silaj Teknolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, 16059, Görükle, Bursa.
- Filya İ (2002). Laktik asit bakteri ve laktik asit bakteri+enzim karışımı silaj inokulantlarının mısır silajı üzerine etkileri. Türk J Vet Anim Sci. 26:679-687.
- Filya İ (2003). The effect of lactobacillus buchneri, with or without homofermentative lactic acid bacteria, on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of wheat, sorghum, and maize silages. J. Appl. Microbiol. 95:1080–1086.
- Filya İ (2005). Silaj Yapımı, Teknolojisi ve Kullanımı. Süt Hayvancılığı Eğitim Merkezi Yayınları, Hayvancılık Serisi : 8 Yetiştirici El Kitabı, Karacabey, Bursa.
- Filya İ (2007). Ülkemizde Silaj Yapımı ve Silaj Kalitesinin Artırılma Yolları. Yem Magazin, Mart, 2007, 47:37-44.
- Filya İ, Ashbell G, Weinberg ZG, Hen Y (2001). Hücre Duvarını Parçalayıcı Enzimlerin Yonca Silajlarının Fermantasyon Özellikleri, Hücre Duvarı Kapsamı ve Aerobik Stabiliteleri Üzerine Etkileri. Ankara Üniv. Zir. Fak. Tarım Bil. Dergisi 7 (3): 81-87.
- Filya İ, Kalkan H, Sucu E (2007). Silaj temeline dayalı rasyonların süt ineklerinin yemden yararlanma düzeyleri üzerine etkisi. Türkiye Süt Sığırcılığı Kurultayı, 330-337, İzmir.
- Filya İ, Karabulut A, Kalkan H, Sucu E (2001). Bakteriyal İnokulantların Sorgum Silajlarının Fermantasyon, Aerobik Stabilitate ve Rumen Parçalanabilirlik Özellikleri Üzerine Etkileri. Ankara Üniv. Zir. Fak. Tarım Bilimleri Derg., 7: 112-119.
- Han KJ, Collins M, Vanzant ES, Dougherty CT (2004). Bale density and moisture effects on alfalfa round bale silage. Crop Sci. 44:914–919.
- Hancock DW, Collins M (2006). Forage Preservation Method Influences Alfalfa Nutritive Value and Feeding Characteristics. Crop Sci. 46:688–694.

- Henning JC, Lacefield GD, Amaral-Philips D (2000). Interpreting forage quality reports. Cooperative Extension Service. ID-101.
- Jaakkola S, Huhtanen P, Hissa K (1991). The effect of cell wall degrading enzymes or formic acid on fermentation quality and on digestion of grass silage by cattle. *Grass Forage Sci.* 46: 75–87.
- Jacobs JL, Haines MJ, McAllan AB (1992). The Effects of Different Protein Supplements on the Utilization of Untreated, Formic Acid-Treated or Enzyme-Treated Silages by Growing Steer. *Grass and Forage Sci.* 47: 121-127.
- Karabulut A, Filya İ (2007). Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi. 4. Basım. Uludağ Üniv Zir Fak Ders Notları, No: 67.
- Karadavut U, Palta Ç, Tezel M, Aksoyak Ş (2011). Yonca (*Medicago sativa* L.) Bitkisinde Bazı Fizyolojik Karakterlerin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 6 (2) :8-16.
- Karakozak E, Ayaşan T (2010). Değişik Yem Bitkileri ve Karışımlarından Hazırlanan Silajlarda İnokulant Kullanımının Flieg Puanı ve Ham Besin Maddeleri Üzerine Etkileri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, Kafkas Univ Vet Fak Derg,* 16 (6): 987-994.
- Karayiğit İ (2005). Farklı Olgunluk Dönemlerindeki Bazı Melez Mısır (*Zea Mays* L.) Çeşitlerinin Silaj Kaliteleri Üzerine Araştırmalar. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s 36, Kahramanmaraş.
- Keleş G (2009). Homofermantatif ve heterofermantatif laktik asit bakterilerinin mısır silajının kimyasal kompozisyonu ile konya merinosu toklularda performansa etkileri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya.
- Kellems RO, Church DC (2009). *Livestock Feeds and Feeding* 6<sup>th</sup> ed. Pearson Education, Inc.
- Kır B, Soya H (2008). Kimi mer'a tipi yonca çeşitlerinin bazı verim ve kalite özellikleri üzerinde bir araştırma. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 45 (1):11-19.
- Kızılışimşek M, Erol A, Ertekin İ, Dönmez R, Katrancı B (2016). Silaj Mikro Florasının Birbirleri İle İlişkileri, Silaj Fermentasyonu ve Kalitesi Üzerine Etkileri. *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 19(2):136-140.
- Kızılışimşek M, Schmidt RJ, Kung L.Jr (2007). Effects of a mixture of lactic acid bacteria applied as a freeze-dried or fresh culture on the fermentation of alfalfa silage. *J. Dairy Sci.*, 90(12):5698-5705.
- Kirchessner M (1980). Hayvan Besleme (Öğretim- Öğrenim- Uygulama Önerileri). Çev: Asım KILIÇ, 5. Ed. Ankara (Tübitak 1985).
- Kleinschmit DH, Kung LJr (2006). The effects of *Lactobacillus buchneri* 40788 and *Pediococcus pentosaceus* R1094 on the fermentation of corn silage. *J. Dairy Sci.*, 89: 3999-4004.

- Koç F, Coskuntuna L (2003). Silo Yemlerinde Organik Asit Belirlemedeki Farklı Metodun Karşılaştırılması. *Journal of Animal Production*, 44(2): 37-47.
- Kornfelt LF, Weisbjerg MR, Nørgaard P (2013). Effect of harvest time and physical form of alfalfa silage on chewing time and particle size distribution in boli, rumen content and faeces. *Animal*, 7(2): 232–244.
- Kung L (1998). A review on silage additives and enzymes. 59th Minneapolis Nutrition Conference, Minneapolis, MN.
- Kung L, Tung RS, Maciorowski KG, Buffum K, Knutsen K, Aimutis WR (1991). Effects of plant cell-wall-degrading enzymes and lactic acid bacteria on silage fermentation and composition. *J. Dairy Sci.*, 74:4284-4296.
- Kung LJr, Taylor CC, Lynch MP, Neylon JM (2003). The effect of treating alfalfa with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 86:336-343.
- Lin C, Bolsen K, Brent BE, Hart RA (1992). Epiphytic Microflora on Alfalfa and Whole Plant Corn. *J. Dairy Sci.*, 75: 2484-2493.
- Liu C, Lai Y, Lu X, Guo P, Luo H (2016). Effect of lactic acid bacteria inoculants on alfalfa (*Medicago sativa* L.) silage quality: assessment of degradation (*in situ*) and gas production (*in vitro*). *Journal of Integrative Agriculture*, 15(12): 2834-2841.
- Liu Q H, Dong Z H, Shao T (2018). Effect of additives on fatty acid profile of high moisture alfalfa silage during ensiling and after exposure to air. *Animal Feed Science and Technology*, 236: 29-38.
- Malhatun Çotuk G (2016). Yonca silajına kepek ve puding ilavesinin silaj fermantasyonu, aerobik stabilite ve *in vitro* sindirilebilirlik üzerine etkileri. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 41 s., Tekirdağ.
- Manga İ (1981). Erzurum ekolojik koşullarında yetiştirilebilen önemli yonca varyetelerinin bazı agronomik, morfolojik ve biyolojik özellikleri üzerinde araştırmalar. Atatürk. Üni. Ziraat Fak. Yay. Nu: 577. Erzurum.
- McAllister TA, Feniuk R, Mir Z, Mir P, Selinger LB, Cheng KJ (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, Edwards RA, Greenhalgh JFD (1988). *Animal Nutrition*. 4<sup>th</sup> Edition. Longman Scientific and Technical, 543 p.
- McDonald P, Henderson AR, Heron SJE (1991). *The Biochemistry of Silage*. Second Edition. 340 p., Chalcombe Publication, Marlow, England.
- Merry RJ, Cussen RF, Jones R (1993). Biological Silage Additives, *Ciencia E Investigación Agraria*, 20(2):2-29.
- Minson DJ (1990) *Forage in ruminant nutrition*. Academic Press, New York, USA.

- Moore JE, Undersander DJ (2002). Relative Forage Quality: An alternative to relative feed value and quality index. In “Proceedings of the 13<sup>th</sup> Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium”, 10-11 January, Gainesville.
- Moran J, Weinberg ZG, Ashbell G, Hen Y, Owen TR (1996). The Effects of Bacterial Inoculant on the Fermentation and Aerobic Stability of Whole Crop Wheat Silage. in: Proc. 11th International Silage Conference. 164-165 p, Aberystwyth, Wales.
- Moravcova J, Kleinova T, Loucka R, Tyrolova I, Kvasnicka F, Dusek M, Cerovsky M (2003). Effect of Additives on Coumestrol Content in Laboratory Alfalfa Silage. Czech J. Anim. Sci., 48(10): 425 – 431.
- Morrison, J.M. 1980. Changes in the Lignin and Hemicellulose Concentration of Ten Varieties of Temperate Grasses with Increasing Maturity. Grass Forage Sci. 92; 499–503.
- Muck RE (1996). A Lactic Acid Bacteria Strain to Improve Aerobic Stability of Silages. In Research Summaries. U.S. Dairy Forage Res. Center, Madison, WI. pp. 42–43.
- Muck RE, Filya İ and Contreras-Govea FE (2007). Inoculant Effects on Alfalfa Silage: In Vitro Gas and Volatile Fatty Acid Production. J. Dairy Sci., 90: 5115–5125. Muck ve Holmes, 1999).
- Nadeau E M G, Russell J R, Buxton D R (2000). Intake, Digestibility, and Composition of Orchardgrass and Alfalfa Silages Treated with Cellulase, Inoculant, and Formic Acid Fed to Lambs. J. Animal Sci., 78:2980-2989.
- Naumann C, Bassler R (1993). Die Chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Methodenbuch, Band III. 3. Erg., Verlag Naumann, Melsungen.
- Nout MJR, Bouwmester HM, Haaksma J, Van Dijk H (1993). Fungal growth in silages of sugar beet and maize. Journal of the Science of Food and Agriculture, 11: 458–466.
- NRC (1989). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Washington, D.C., 157s.
- O’Brien M, Egan D, O’kiely P, Forristal PD, Doohan FM, Fuller HT (2008). Morphological and molecular characterisation of *P. roqueforti* and *P. paneum* isolated from baled grass silage. Mycol Res 112, 921–932.
- Ohyama Y, Morichi T, Masahi S (1975). The effect of inoculation with *Lactobacillus plantarum* and the addition of glucose at ensiling on the quality of aerated silages. J. Sci. Food Agric., 26: 1001-1008.
- Oktay E, Olgun H, Ünal S (1990). Çeşitli koşullarda kurutulan yoncanın besin değeri kaybı üzerine bir araştırma. Lalahan Hay. Araş. Der., 35-45.
- Orak A, Gökkaya G (2014). Yonca Tarımı, Genişletilmiş 2. Baskı, 183 s, Nobel Akademik Yayıncılık Ltd Şti.
- Ozduven ML, Celebi Cam A (2017). The Effects of Bacterial Inoculants and/or Enzymes on the Fermentation Characteristics and Aerobic Stability of Alfalfa Ensiled at Different Stages of Maturity. International Journal of Current Research, 9(02):45983-45988.



- Ögün S, Şayan Y, Özkul H, Alçiçek A, AkbaşY, Coşkuntuna L, Soycan S, Polat C, Çapçı T, Kılıç A, Özkan K (2003). Bazı Kaba Yemlerin Yem Değerlerinin Farklı Analiz Teknikleri İle Belirlenmesi. Trakya Üniversitesi Araştırma Fonu Projesi-272, Kesin Rapor, Edirne.
- Özdüven ML, Koç F, Yurtman İY (1999). Mikrobiyal Katkı Maddelerinin Mısır Silajında Kalite ve Aerobik Dayanıklılık Üzerindeki Etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 5 (3):7-12.
- Pessi T, Nousiainen J (1999). The effect of fermentation quality on the aerobic stability of direct cut or slightly prewilted grass silage. XII Int. Silage Conf., Uppsala. pp. 280-281.
- Petterson K (1988). Ensiling of Forages: Factors Affecting Silage Fermentation and Quality, Sveriges Lantbruksuniversitet, 46 p, Uppsala,
- Pitt RE, Leibensperger RY (1987). The effectiveness of silage inoculants: a systems approach. Agricultural systems, 25(1), pp. 27-49.
- Playne MJ, Mc Donald P (1966). The Buffering Constituent of Herbage and of Silage, J. Sci. Food. Agric, 17:264-268.
- Rankin M, George JR (1989). Spring Harvest Management of Alfalfa Seeded in Late Summer. J. Prod. Agric. 2:352-357.
- Ridla M, Uchida S, 1998. Effects of Combined Treatment of Lactic Acid Bacteria and Cell Wall Degrading Enzymes on Fermentation and Composition of Rhodesgrass (*Chloris gayana* Kunth.) Silage. AJAS 11 (5): 522-529.
- Rihawi S, Williams PC, Somaro BH (1983). A Note of Changes in Potential Nutrition Efficiency of Different Legumes at Different Stages of Maturity. Progress Report. Clovers and Special Purpose Legumes Res. 16: 92-97.
- Robinson JJ, McEvoy TG (1993). Biotechnology- The Possibilities. Animal Production, 57:335-352.
- 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.
- Serin Y, Tan M (2001). Baklagil Yembitkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Ders Yayınları No: 190, Erzurum.
- Sheperd AC, Maslanka M, Quinn D, Kung L (1995). Additives Containing Bacteria and Enzymes for Alfalfa Silage. J. Dairy Sci.,78: 565-572.
- 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 (2007). SPSS 15 for Windows. SPSS Inc.
- Stallings CC, Townes R, Jasse BW, Thomas JW (1981). Changes in Alfalfa Haylage During Wilting and Ensiling with and without Additives. J. Animal Sci. 1981 53: 765-773.

- Stokes M, Chen J (1994). Effects of an Enzyme-Inoculant Mixture on the Course of Fermentation of Corn Silage. *J. Dairy Sci.*, 77: 3401-3409.
- Stokes MD, Zimmer CJ (1992). Digestible Fiber sources for dairy cattle. *Proc. Minn. Nutr. Conf.* 53: 37-56.
- Sucu E, Filya I (2006). The effects of bacterial inoculants on the fermentation, aerobic stability and rumen degradability characteristics of wheat silages. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 30(2):187-193.
- Supelco (1998). Analyzing fatty acids by packed column gas chromatography. Bulletin 856B. Sigma Aldrich, St. Louis, MO.
- Şengül S, Tahtacıoğlu L (1996). Erzurum ekolojik koşullarında farklı yonca çeşit ve hatlarında ot ve ham protein verimlerinin belirlenmesi. *Türkiye 3. Çayır Mera ve Yem Bitkileri Kongresi*. 17-19 Haziran 1996. S: 608-614. Erzurum.
- Tahtacıoğlu L, Mermer A, Avcı M (1994). Bazı yonca çeşit ve hatlarının Erzurum ekolojik koşullarına adaptasyonu. *Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayını* 18. Erzurum.
- Tan M, Serin Y (1998). Yoncada en uygun koruyucu bitki ve bunun tesisten çıkarılma zamanının belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Der.* 29(2), 219-229.
- Tatlı P, Çerçi H, Gündoğan F (2001). Mısır, yonca ve yaş şeker pancarı posasının silolanma niteliklerinin belirlenmesi ile bu silajların farklı formasyonlarda koyunlara verilmesinin yem tüketimi ve sindirilebilirlik üzerine etkisi. *Türk Journal Vet. Animal Sci.*, 25:403-407.
- Tatlı P, Çerçi İH (2000). Arpa fiğ hasılıının en uygun balyalama zamanının belirlenmesi ve kuzu besisinde saman yerine farklı protein kaynakları ile kullanılması. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 14:143-152.
- Tengerdy RP, Weinberg ZG, Szakacs G, Wu M, Linden JC, Johnson DE (1991). Ensiling Alfalfa with Additives of Lactic Acid Bacteria and Enzymes. *J. Sci. Food Agric.*, 55: 215-228.
- TUİK (2017). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. (Erişim tarihi: 27. Haziran, 2018).
- Ünalp E (2014). Farklı Gelişme Dönemleri Ve Biçim Sıralarında Yonca (*Medicago Sativa L.*) Kuru Otunun Ham Protein, Selüloz Ve Bazı Mikrobiyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 39 s., Tekirdağ.
- Van Dyke NJ, Anderson PM (2000). *Interpreting a Forage Analysis*. Alabama Cooperative Extension. Circular ANR-890.
- Van Soest PJ (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2nd ed., Ithaca, N.Y., Cornell University Press.

- Vatansever (2011). Yonca Balya Silajlarında Farklı Katkı Maddesi Kullanımının Silaj Kalitesi ve Aerobik Stabilité Üzerine Etkileri. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 58 s., Tekirdağ.
- Von Maiworm K, Holtershinken M, Scholz H (1995). The effects of moldy and decomposed silage on rumen. Tierarztl. Umschau., 50: 283–290.
- Weinberg ZG, Ashbell G, Hen Y, Azrieli A (1993). The Effect of Applying Lactic Acid Bacteria Ensiling on the Aerobic Stability of Silages. J. Appl. Bacteriol., 75:512-518.
- Woolford MK (1984). The Chemistry of Silage. In: The Silage Fermentation. New York: Marcel Decker. pp. 71–132. 55
- Woolford MK (1990). The Detrimental Effects of Air on Silage. J. Appl. Bacteriol. 68: 101–116.
- Woolford MK, Bolsen KK, Peart LA (1982). Studies on the Aerobic Deterioration of Whole Crop Cereal Silages. J. Agric. Sci. Camb. 98: 529.
- Yari M, Valizadeh R, Naserian AA, Jonker A, Yu P (2012). Modeling nutrient availability of alfalfa hay harvested at three stages of maturity and in the afternoon and morning in dairy cows. Animal Feed Science and Technology, 178: 12-19.
- Yaylak E, Alçiçek A (2003). Sığır besiciliğinde ucuz bir kaba yem kaynağı: Mısır Silajı. Hayvansal Üretim Dergisi 44 (2): 29-36.
- Yıldırım B (2015). Türkiye’deki silaj çalışmaları: 2005-2014. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(2): 79-88.
- Yurtman İY, Koç F, Özdüven ML, Erman S (1997). Silaj Üretiminde Mikrobiyal Katkı Maddelerinin Kullanımı. Trakya Bölgesi II. Hayvancılık Sempozyumu, 346-351, Tekirdağ.
- Zhang T, Lei Li, Xiao-Fen Wang, Zhao-hai Zeng, Yue-gao Hu, Zong-jun Cui. Effects of Lactobacillus buchneri and Lactobacillus plantarum on fermentation, aerobic stability, bacteria diversity and ruminal degradability of alfalfa silage, World J Microbiol Biotechnol., 25:965–971.

## 7. ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Erzurum'da dünyaya geldi. İlköğretim ve lise eğitimini İstanbul'da tamamladı. 2010 yılında Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümünde başladığı eğitimini 2015 yılında tamamladı. Aynı yıl Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootečni Bölümü'nde Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı. Trakya Bölgesi'nde çeşitli süt sığırcılığı işletmelerinde Sorumlu Zooteknist olarak çalıştı.