



**MISIR SİLAJININ FERMANTASYON,
AEROBİK STABİLİTE ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE AKTİFLEŞTİRİLEN *Lactobacillus*
buchneri ve ÜRE İLAVESİNİN ETKİLERİ**

Caner BAĞCIK

Yüksek Lisans Tezi

**Zootekni Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Fisun KOÇ
2022**

T.C.

TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MISIR SİLAJININ FERMANTASYON, AEROBİK STABİLİTE
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE AKTİFLEŞTİRİLEN *Lactobacillus buchneri*
VE ÜRE İLAVESİNİN ETKİLERİ

Caner BAĞCIK

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. Fisun KOÇ

TEKİRDAĞ-2022

Her hakkı saklıdır.



Bu tez NKÜBAP tarafından NKUBAP. 03.YL.21.297 numaralı proje ile desteklenmiştir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MISIR SİLAJININ FERMANTASYON, AEROBİK STABİLİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
AKTİFLEŞTİRİLEN *Lactobacillus buchneri* VE ÜRE İLAVESİNİN ETKİLERİ

Caner BAĞCIK

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Fisun KOÇ

Bu çalışma, silolama öncesi aktifleştirilen *Lactobacillus buchneri* (LB CNCM I-4323, Lallemand) inokulantının mısır silajına üre ile ilavesinin fermantasyon ve aerobik stabilite üzerine etkilerini belirlemek amacıyla düzenlenmiştir. Mısır süt olum döneminde hasat edilmiştir. Hasat sonrası materyaller 6 muamele grubuna bölünmüştür. Muamele grupları 1-Kontrol 2- *Lactobacillus buchneri* (LB) at 3×10^8 kob/g TM 3-Üre %1 KM 4- *Lactobacillus buchneri* + Üre (LB+Üre), 5-Aktive edilen *Lactobacillus buchneri* (ALB) 3×10^8 kob/g TM 6-Aktive edilen *Lactobacillus buchneri* + Üre (ALB+Üre)'den oluşmaktadır. Katkı maddesi ilavesinden sonra silaj örnekleri her muamele grubunda 3'er tekerrür olmak üzere plastik torbalara vakumlanarak doldurulmuştur. Fermantasyonun 1., 3., 7., 14. ve 75. günü açılan silaj örneklerinde kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Yetmiş beşinci gün açılan silajlara 7 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmıştır. Bu çalışmada silolama öncesi aktifleştirilen *Lactobacillus buchneri* inokulantı ve üre ilavesi mısır silajlarının fermantasyonun ve aerobik stabilitesini olumlu yönde etkilemiştir. ALB grubundaki silajların HP, LA değerlerini arttırırken, AA, PA, pH, NDF, ADF ve maya içeriklerinin düşmesine sebep olmuştur. Silajlara ALB+ Üre ilave edilmesi silajların aerobik stabilitelerinin gelişmesini sağlamıştır. Sonuç olarak aktifleştirilen *Lactobacillus buchneri*'nin aktifleştirilmesi ve üre ile kullanılması mısırın fermantasyon profili, kimyasal bileşimini ve aerobik stabilitesini iyileştirmek amacı ile kullanılabilir.

Anahtar kelimeler: Mısır silajı, Üre, *Lactobacillus buchneri*

2022, 58 sayfa

ABSTRACT

Msc.Thesis

EFFECT OF INOCULATION WITH PREACTIVATED *Lactobacillus buchneri* AND UREA ON FERMENTATION, AEROBIC STABILITY CHARACTERISTICS OF CORN SILAGE

Caner BAĞCIK

Tekirdağ Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Animal Science

Supervisor: Prof. Dr. Fisun KOÇ

This study was designed to determine the effects of the addition of *Lactobacillus buchneri* (LB CNCM I-4323, Lallemand) inoculant activated before ensiling to corn silage with urea on fermentation and aerobic stability. Corn was harvested during the milk stage period. Post-harvest materials were divided into 6 treatment groups. Treatment groups 1- Control, 2- *Lactobacillus buchneri* (LB) 3×10^8 cfu/g TM 3-Urea 1% DM 4- *Lactobacillus buchneri* + Urea (LB+Urea), 5- Activated *Lactobacillus buchneri* (ALB) 3×10^8 cfu/g TM 6- Activated *Lactobacillus buchneri* + Urea (ALB) + Urea). After adding the additives, the silage samples were vacuum packed into plastic bags with 3 replications in each treatment group. Chemical and microbiological analyzes were performed on silage samples opened on the 1st, 3rd, 7th, 14th and 75th days of fermentation. The aerobic stability test was applied to the silages opened on the 75th day for 7 days. In this study, the addition of *Lactobacillus buchneri* inoculant and urea activated before ensiling positively affected the fermentation and aerobic stability of corn silages. While it increased the CP, LA values of the silages in the ALB group, it caused a decrease in the AA, PA, pH, NDF, ADF and yeast contents. Adding ALB+ Urea to silages improved the aerobic stability of silages. As a result, activation of *Lactobacillus buchneri* and its use with urea can be used to improve the fermentation profile, chemical composition and aerobic stability of corn.

Key words: Corn silage, Urea, *Lactobacillus buchneri*

2022, 58 pages

İÇİNDEKİLER	
ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	vii
TEŞEKKÜR.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	8
3.1. Yem Materyali	8
3.2. Yöntem.....	9
3.3. Yem Analizleri.....	9
3.3.1. KM Analizi.....	9
3.3.2. HP Analizi.....	10
3.3.3. HK Analizi	11
3.3.4. NDF Analizi	11
3.3.5. ADF Analizi	12
3.3.6. HSEL Analizi	12
3.3.7. pH ve Bc (Tampon kapasitesi) Analizleri	12
3.3.9. LA Analizi.....	13
3.3.9.1. Standart Eğrinin Oluşturulması	14
3.3.9.2. Hesaplama	14
3.3.10. Organik Asit Analizleri	14
3.3.11. Mikrobiyolojik Analizler	15
3.3.12. Aerobik Bozulmaya Dirence İlişkin Analizler.....	15
3.3.13. Protein Parçanabilirliğinin <i>In Vitro</i> Enzimatik Yöntemle Belirlenmesi:	16
3.3.14. İstatiksel Analizler	16
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	17
4.1. Başlangıç Materyaline İlişkin Analizler	17
4.2. Araştırma Yemlerinin Silolama Sonrası Değerleri.....	18
4.2.1. II. Ürün Mısır Silajlarının Fermantasyon Özellikleri İle İlgili Bulgular.....	18
4.2.1.1. KM.....	18
4.2.1.3. HP.....	21
4.2.1.4. HK	22

4.2.1.5. NH ₃ -N/TN	23
4.2.1.6. SÇK	24
4.2.1.7. LA	26
4.2.1.8. LAB	27
4.2.1.9. Maya	28
4.2.1.9. Hücre Çeperi İçerikleri ve <i>În Vitro</i> Protein Sindirilebilirliği	30
4.2.1.10. Organik Asit Değerleri	31
4.2.1.9. Aerobik Stabilite	32
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	36
6. KAYNAKLAR	37
ÖZGEÇMİŞ	44



ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 2.1. Silolamada kullanılan katkı maddelerinin sınıflandırılması.....	5
Çizelge 4.1. Başlangıç materyaline ilişkin kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	18
Çizelge 4.2. Fermantasyonun süresince silajların KM analiz sonuçları (%).....	19
Çizelge 4.3. Fermantasyonun süresince silajların pH analiz sonuçları	20
Çizelge 4.4. Fermantasyonun süresince silajların HP analiz sonuçları (%KM).....	21
Çizelge 4.5. Fermantasyonun süresince silajların HK analiz sonuçları (%KM)	23
Çizelge 4.6. Fermantasyonun süresince silajların NH ₃ -N/TN analiz sonuçları	24
Çizelge 4.7. Fermantasyonun süresince silajların SÇK analiz sonuçları	25
Çizelge 4.8. Fermantasyonun süresince silajların LA analiz sonuçları.....	26
Çizelge 4.9. Fermantasyonun süresince silajların LAB analiz sonuçları	28
Çizelge 4.10. Fermantasyonun süresince silajların maya analiz sonuçları.....	29
Çizelge 4.11. Fermantasyonun 75. gününde silajların NDF, ADF, HSEL ve <i>In Vitro</i> Protein sindirilebilirliğine ilişkin analiz sonuçları	30
Çizelge 4.12. Fermantasyonun 75. gününde silajların organik asit analiz sonuçları	31
Çizelge 4.13. Fermantasyonun 75. gününde açılan silajların 7 günlük aerobik stabilite analiz sonuçları	33
Çizelge 4.14. II. ürün mısır silajlarının aerobik stabilite süresince sensör verilerine ilişkin ortalama değerler °C	34

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 2.1. Silaj fermantasyon evreleri (Woolford, 1984).	3
Şekil 3.1. Vakum makinesi.....	8
Şekil 4.1. Fermantasyon süresince II. ürün mısır silajlarının % KM değerleri	19
Şekil 4.2. Fermantasyon süresince II. ürün mısır silajlarının pH değerleri.....	20
Şekil 4.3. Fermantasyon süresince II. ürün mısır silajlarının HP değerleri.....	22
Şekil 4.4. Fermantasyon süresince II. ürün mısır silajlarının HK değerleri	23
Şekil 4.5. Fermantasyon süresince II. ürün mısır silajlarının NH ₃ -N/TN değerleri	24
Şekil 4.6. Fermantasyon süresince II. ürün mısır silajlarının SÇK değerleri	25
Şekil 4.7. Fermantasyon süresince II. ürün mısır silajlarının LA değerleri.....	27
Şekil 4.8. Fermantasyon süresince II. ürün mısır silajlarının LAB değerleri.....	28
Şekil 4.9. Fermantasyon süresince II. ürün mısır silajlarının maya değerleri	29
Şekil 4.10. Aerobik stabilite süresince silajların sensör verilerine ilişkin ortalama değerler...	35

SİMGELER VE KISALTMALAR

AA	: Asetik asit
ADF	: Asit çözücülerde çözünmeyen lif
BA	: Bütirik asit
Bc	: Tampon kapasitesi
CO ₂	: Karbondioksit
H ₂ O	: Su
^{het} LAB	: Heterofermantatif laktik asit bakterileri
HK	: Ham kül
^{ho} LAB	: Homofermantatif laktik asit bakterileri
HP	: Ham protein
HSEL	: Hemiselüloz
KM	: Kuru madde
Kob	: Koloni oluşturan birim
LA	: Laktik asit
LAB	: Laktik asit bakterileri
NDF	: Nötral çözücülerde çözünmeyen lif
NH ₃ -N	: Amonyaka bağlı nitrojen
PA	: Propiyonik asit
SÇK	: Suda çözünebilir karbonhidrat
TM	: Taze materyal
TN	: Toplam nitrojen

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Fisun KOÇ' a, ilgisini ve önerilerini göstermekten kaçınmayan sayın Prof. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN' e sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım. Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca yardım, bilgi ve tecrübeleri ile bana sürekli destek olan Zootekni Bölümü'ndeki tüm diğer hocalarıma teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca yardımını hiç esirgemeyen değerli arkadaşım Doktora Öğrencisi Berrin OKUYUCU' ya ve Ziraat Müh. Selim ESEN' e teşekkürü bir borç bilirim.

Öğrenim hayatım boyunca gerek motivasyon gerekse bilgi ve tecrübeleriyle beni yalnız bırakmayan ve hep yanımda olan desteğini esirgemeyen Doktor Hatice Selenga SATIK' a sonsuz teşekkürü borç bilirim.

Sosyal hayatım boyunca yaşama bir adım daha atmamı sağlayan bana desteklerini esirgemeyen başta gitarist ve müzisyen arkadaşım Jehat HEKİMOĞLU' na oyuncu ve yazar Nilüfer AÇIKALAN' a, değerli müzisyen ve yazar arkadaşım Doğan ÖZCAN' a, Mental anlamda hayatıma renk katan değerli dostum müzisyen ve şair Cem BERKYÜREK'e ve kameranın nasıl bir ayrıcalık olduğunu oradan hayata nasıl bakılması gerektiğini öğreten sevgili belgesel yönetmeni ve yapımcısı Ersen KIYGAY' a sonsuz teşekkürü borç bilirim.

Saygı duyduğum iş hayatımda ve öğrenim hayatımda bana desteklerini esirgemeyen başta amirlerim Rıdvan DİNÇ, M. Ali ÖKSÜZOĞLU, Tamer ÇAKIROĞLU'na ve Denizhan GÖKALP ile birlikte bütün personel arkadaşlarıma ve değerli arkadaşlarım Feyyaz AVCI, Mazlum VURAL'a, Doktora Öğrencisi Yusuf ÇAKMAKÇI'ya ve hayatıma temas eden herkese teşekkürü borç bilirim.

Çalışmalarım boyunca maddi manevi desteklerini esirgemeyen ve “Okul sana bilgiye nasıl ulaşacağını öğretir, bilgiyi geliştirmek ve doğru kullanmak sana bağlı, araştırmayı kendine ve topluma borç bilmesin” sözleriyle abim Mesut BAĞCIK ve beni yalnız bırakmayan annem Birgül BAĞCIK, babam M. Zeki BAĞCIK ve tüm aileme de sonsuz teşekkürler ederim.

Bu çalışmayı destekleyen Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Birimine teşekkür ederim.

Ocak, 2022

Caner BAĞCIK
Ziraat Mühendisi

1. GİRİŞ

Silolama işlemi, anaerobik koşullar altında laktik asit bakterilerinin (LAB) suda çözünebilir karbonhidratları (SÇK), doğal fermantasyon yoluyla başta laktik asit (LA) olmak üzere organik asitlere fermente etmesi temeline dayanır. Sonuç olarak pH düşer, zararlı aerobik mikroorganizmaların aktivitesi engellenir ve böylece silolanan materyal korunmuş olur (Weinberg ve Muck, 1996). Ülkemizin ekolojik şartları silaj üretimine uygun birçok yem bitkisinin yetiştirilmesine olanak vermekle birlikte, birim alan veriminin yüksekliği, silaj yapımına uygunluğu ve elde edilen silajın besleme değerinin yüksekliği gibi nedenlerden dolayı silaj yapımı için tercih edilen türler arasında birinci sırayı mısır bitkisi almaktadır. Silolama yeteneği dikkate alındığında mısır yüksek kuru madde (KM), yeterli SÇK kapsamı ve düşük tampon kapasitesine sahip olması nedeniyle kolay silolanabilir yem materyali grubundadır. Yapılan çalışmalar farklı materyalden yapılmış olan silajların aerobik bozulmaya olan dirençleri bakımından farklı özellikler taşıdığını ortaya koymaktadır. Mısır benzeri karbonhidratça zengin materyalin bu anlamda daha fazla olumsuz etkiye sahip olduğu söylenebilir (McDonald, Henderson ve Heron, 1991). Silaj fermantasyonunda katkı maddesi olarak kullanılmak üzere çeşitli özelliklerde birçok bakteriyel inokulant (bakteriyel kültür) geliştirilmiştir. İlk üretim dönemlerinde bakteriyel inokulantlar şekerlerin LA'ye dönüşümünü sağlayan epifitik bakteri popülasyonlarını içeren homofermantatif laktik asit bakterilerinden (^{ho}LAB) oluşmaktaydı. ^{ho}LAB çoğunlukla *Lactobacillus*, *Pedococcus* ve *Enterococcus* cinsi mikroorganizmaları içerirler. Bu inokulantlarının kullanıldığı birçok çalışmada, silajların pH'larını hızla düşürdüğü, LA ve laktik asit/asetik asit (LA/AA) oranını arttırdığı, asetik asit (AA), bütirik asit (BA), amonyağa bağlı nitrojen (NH₃-N) ve etanol düzeylerini düşürdüğü ve LAB içeriklerini arttırarak silaj fermantasyonunu geliştirdiği saptanmıştır (Meeske ve Basson, 1998; Filya, 2000; Filya, 2002). Aynı zamanda ^{ho}LAB inokulantlarının silaj fermantasyonunu geliştirmesinin yanında ruminantların süt verimini, canlı ağırlık artışını ve yem değerlendirmede de gelişme sağladıkları bildirilmektedir (Kung, Taylor, Lynch ve Neylon, 2003). Silajların aerobik dayanıklılığı (silo ömrü) üzerindeki etkilerinin incelendiği araştırma sonuçlarında, bazı araştırmacılar ^{ho}LAB inokulantlarının silajların aerobik dayanıklılıklarını arttırdığını bildirirken (Meeske ve Basson, 1998), bazı araştırmacılar ise etkilemediğini veya aerobik dayanıklılığı düşürerek, silajlarda gözle görülür bir küflenme ve yoğun karbondioksit (CO₂) gazı üretimine neden olduklarını bildirmişlerdir (Özdüven, Kursun Onal ve Koc, 2010). Bunun üzerine yapılan çalışmalar sonucunda heterofermantatif bir laktik asit bakterisi (^{het}LAB) olan *Lactobacillus buchneri*'nin maya ve küf üremesini durdurduğu ilk olarak 1995 yılında

ortaya çıkarılmış, 1996 yılında da silajlarda kullanılması önerilmiştir (Holzer, Mayrhuber, Danner ve Braun, 2003). *Lactobacillus buchneri*, AA üretir ve ayrıca bitki hücre duvarını enzimatik hidrolizle zayıflatabilen bir enzim olan ferle-esteraz üretir, SK'nın silaj fermantasyon işleminde kullanılabilirliğini veya rumende kullanımını artırır (Santos, Zanine, Ferreira, Oliveria, Penteado ve Pereira, 2008).

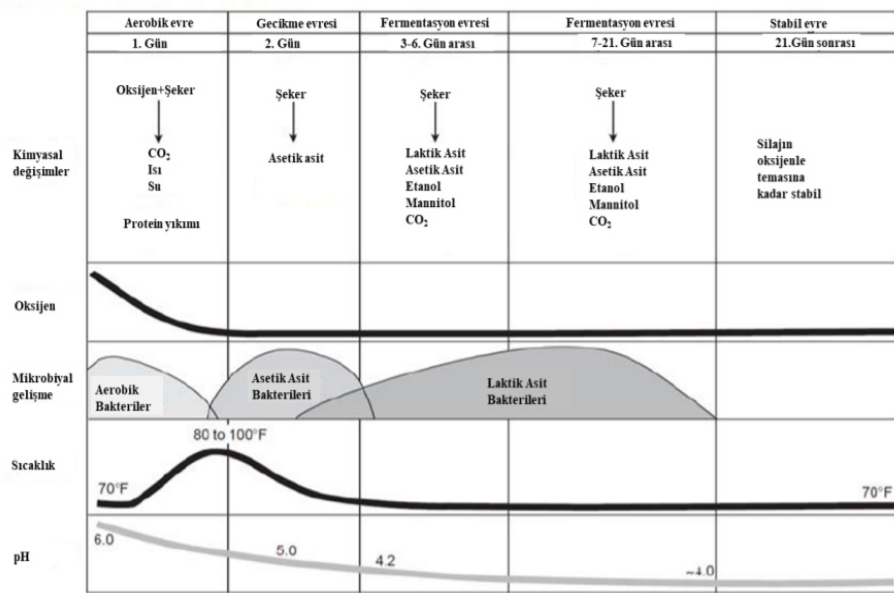
Üre, özellikle başta mısır olmak üzere sorgum ve nitrojen içeriği düşük diğer bitkilerin silolanmaları sırasında bu bitkilerin nitrojen içeriğini arttırmak amacı ile kullanılmaktadır.

Silaj fermantasyonunda kullanılan üre, silajların hücre duvarı kapsamı dışındaki kimyasal özelliklerini etkilemezken, silajlardaki protein parçalanmasını azaltmakta ve silajların aerobik stabilitelerini geliştirmektedir (Filya, Sucu ve Hanoğlu, 2004).

Bu çalışmada silolama öncesi aktifleştirilen *Lactobacillus buchneri* inokulantının II. rn mısır silajına üre ile ilavesinin fermantasyon ve aerobik stabilite üzerine etkileri değerlendirilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Silaj, LAB tarafından silo ortamındaki şekerlerin LA fermantasyonu sonucu pH'nın düşmesi temeline dayanan bir yem saklama yöntemidir (McDonald, Henderson ve Heron, 1991). Silaj yapımında kullanılan en yaygın bitki, yüksek enerji ve SÇK içermesi, düşük tampon kapasitesi, birim alandan yüksek KM verimi elde edilmesi nedeni ile mısırdır (Rabelo, Rezende, Rabelo, Basso, Härter ve Reis, 2015). Silaj yapımı, silolanacak ürünün en uygun vejetasyon döneminde hasat edilmesiyle başlar, parçalama, gerektiğinde katkı maddesi ilavesi, siloya taşıma, sıkıştırma, hava almayacak şekilde kapatma ve yemleme döneminde açılarak hayvan beslemede kullanımına kadar olan bir süreci takip eder. Silaj oluşumu dört evreden meydana gelmektedir. Bunlar sırasıyla; aerobik, fermantasyon, stabil ve yemleme evreleridir (Woolford, 1984). Silaj oluşum evreleri Şekil 2.1'de özetlenmiştir.



Şekil 2.1. Silaj fermantasyon evreleri (Woolford, 1984).

Silolamanın ilk dönemi olan aerobik evrede, canlı bitki hücreleri enzimatik aktivitelerini arttırarak solunuma başlar. Solunuma başlayan hücreler ile aerobik mikroorganizmalar silaj içerisindeki O₂ ile glikoz ve fruktoz gibi karbohidratları kullanarak CO₂, H₂O ve ısı açığa çıkartırlar (Shao, Zhang, Shimojo, Wang ve Masuda, 2005). Silolamada aerobik evrenin kısa olması arzu edilir. Uzun süren aerobik evre, silaj fermantasyonu için gerekli olan karbohidratların tükenmesine, yüksek KM kayıplarına, küf popülasyonunda artışa, mikotoksin üretimine ve yüksek silaj sıcaklıklarına neden olarak silajın sindirilebilirliğini düşürecek olan

Maillard ve Browning reaksiyonlarına yolaçar (Filya, 2014). Bu olumsuzlukların önüne geçebilmek için silolanacak ürünün en kısa zamanda siloya getirilerek, iyice sıkıştırılması ve hava almayacak şekilde kapatılması gerekmektedir (Ondarza, 2000). Silo ortamında O₂'nin azalmasıyla silolanacak materyallerde doğal olarak bulunan anaerobik bakteriler, *Pseudomonas syringae*, *Lactobacillus buchneri*, *Rahnella aquatilis* ve *Lactobacillus casei* heterolaktik fermantasyon gerçekleştirerek pH'ı düşürürler (Holzer, Mayrhuber, Danner ve Braun, 2003; Li ve Nishino, 2011). Silo içerisindeki O₂'nin tükenmesiyle başlayan ikinci evre fermantasyon dönemi olarak tanımlanır. Bu dönemde silolanın materyalin hücre suları serbest hale geçerek mikroorganizmalar için besin kaynağı olurken, bitki bünyesindeki enzimler de polisakkaritleri parçalayarak LAB'nin kullanabileceği elverişli forma getirir (Ondarza, 2000; Filya, 2014). Siloda asidik ve anerobik bir ortamın oluşmasıyla LAB populasyonu büyüyerek çoğalır ve SÇK'ları kullanarak LA ve bir miktar AA üreterek silaj pH'sındaki düşüşü hızlandırır (Holzer, Mayrhuber, Danner ve Braun, 2003). Laktik asit bakterileri, SÇK'ları kullanarak ürettikleri son ürüne göre, mutlak ^{ho}LAB'leri ve mutlak ^{het}LAB'leri olmak üzere 2 gruba ayrılırlar. Mutlak ^{ho}LAB'leri LA üretirken, mutlak ^{het}LAB'lar LA'le birlikte AA'de üretirler. Silajların korunmasında LAB'ların ürettiği organik asitlerin yanında diğer mikroorganizmaların faaliyetini kısıtlayan hidrojen peroksit, reuterin, diasetil, antifungal peptitler, aseton ve bakteriyosinler gibi metabolitlerinde etkisi vardır (Messi, Bondi, Sabia, Batini ve Manicardi, 2001). Bulaşık materyal kullanılması ve aerobik dönemi uzatacak uygulamalar, yavaş bir pH düşüşü ile silajda istenmeyen mikroflora olan clostridia, küf ve mayaların faaliyet göstermesine neden olur (Driehuis ve Oude Elferink, 2000). Ortamdaki O₂ tamamen tükendiği (anaerobik) ve pH'ın yeterince düştüğü, silo içerisinde kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan çok az değişikliğin olduğu ve silonun açılmasına kadar süren dönem stabil evre olarak adlandırılır. Genellikle birkaç ay süren bu dönemde LAB ve diğer canlı mikroorganizmaların sayısı zamanla azalır. *Lactobacillus buchneri* gibi özel türler düşük yoğunluklarına karşın aktif olmaya devam edebilirler (Driehuis, Oude Elferink ve Spolestra, 1999). Aside karşı toleranslı olan maya ve bütrik asit bakterileri gibi mikroorganizmalar inaktif durumda veya spor şeklinde siloda varlığını sürdürebilir (Vissers, Driehuis, Te Giffel, De Jong ve Lankveld, 2006; Storm, Kristensen, Raun, Smedsgaard ve Thrane, 2010). Silajın hayvanlara yedirilmek üzere açılarak kullanılmaya başlandığı evre silonun dördüncü ve son dönemi olan yemleme dönemi olarak adlandırılır (Filya, 2014). Bu evrede O₂'nin yoğunluğu; silajın sıkıştırılma oranı, havayla temas eden yüzey alanı ve kullanma hızına bağlı olarak değişir. Bu nedenle silo açıldıktan sonra silajın hava ile temasını en aza indirecek yönetimlerin uygulanması önemlidir (Ondarza, 2000). Silajın O₂ maruz kalması, maya ve küfler gibi aerobik

mikroorganizmaların sayılarını artırarak sindirilebilir besin maddelerinin parçalanmasına ve pH'da yükselişe neden olur (Driehuis ve Oude Elferink, 2000). Silolamada karşılaşılan başlıca hatalar; kalitesiz veya KM içeriği düşük materyalin kullanılması, anaerobik koşulların yeterince hızlı sağlanamaması, patojenik ve clostridial mikroorganizmaların çoğalmasının yeterince önüne geçilememesinden kaynaklanır (Dunièrea, Sindoub, Chaucheyras-Durand, Chevallier ve ThévenotSergenteta, 2013). Özellikle düşük KM içeriğine sahip silajlar, clostridial fermantasyona ve silo suyu çıkışı nedeniyle daha fazla KM kaybına sebep olurken bunun yanında düşük aerobik stabiliteye neden olurlar (Hu, Schmidt, Mc Donell, Klingerman ve Kung, 2009; Rabelo, Rezende, Nogueira, Rabelo, Simone Silvia, Vieira ve Carvalho, 2012). İyi kalitede bir silaj elde etmek için mısır bitkisinin KM miktarı; Mc Donald, Henderson ve Heron (1991)'a göre %26-30, Bal, Coors ve Shaver (1996) ile Phipps, Sutton, Beaver ve Jones (2000)'a göre %30-35, Basmacıoğlu ve Ergül (2002)'e göre %25-35 olması gerektiği bildirilmiştir. Ülkemizde II. ürün silajlık mısır hasadı mevsim koşulları nedeni ile daha düşük KM ile yapılmaktadır. Bu noktada devreye ürünü silolarken çeşitli katkı maddelerinin kullanımı girmektedir (Oladosu, Rafii, Abdullah, Magaji, Hussin, Ramli ve Miah, 2016; Muck, Nadeau, McAllister, Contreras-Govea, Santos ve Kung, 2018). Silolamada kullanılan katkı maddeleri etki mekanizmalarına göre sınıflandırılması Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Silolamada kullanılan katkı maddelerinin sınıflandırılması

Silaj Katkı Maddeleri							
Fermantasyon Uyarıcıları			Fermantasyon Engelleyicileri		Aerobik Bozulma Engelleyicileri	Besin Maddeleri	Absorbantlar
Bakteriyel Kültürler	Karbonhidrat Kaynakları	Enzimler	Asitler ve Tuzları	Diğerleri			
LAB	Glikoz	Selüloz	Mineral asitler	Formaldehit	LAB	Üre	Saman
	Sakkaroz	Amilaz	Formik asit	Paraformaldehit	Propiyonik asit	Amonyak	Kepek
	Melas	Hemiselüloz	Asetik asit	Glutaralaldehit	Kaproik asit	Biüret	Kuru çayır otu
	Tahıllar	Pektinaz	Laktik asit	Sodyum nitrit	Sorbik asit	Mineraller	Kuru baklagil sapları
	Peynir suyu	Proteazlar	Benzoik asit	Sülfürdioksit	Amonyak		Kuru şeker pancarı posası
	Pancar posası		Akrilik asit	Sodyum metasülfid			Bentonit
	Turunçgil posası		Sitrik asit	Sodyum klor			Zeolit
			Glikolik asit	Antibiyotikler			Peynir altı suyu tozu
			Sülfamik asit	Karbondioksit			Polimerler
				Karbon bisülfid			
				Hekzametilen			
				Sodyum hidroksit			

Silaj katkı maddeleri, silajın besin madde bileşimini iyileştirmek, hızlı bir fermantasyon sağlayarak besin madde kayıplarını azaltmak, hijyenik riskleri az ve aerobik stabilitesi yüksek silajlar elde etmek için kullanılan doğal veya kimyasal maddeler olarak tanımlanabilir (Yitbarek ve Tamir, 2014). Gelişen teknoloji ile birlikte silaj yapımında kullanılan katkı maddelerinin, çeşitliliği ve üretimi artış göstermiştir. Silaj aerobik stabilitesini önemli ölçüde uzatan ve ruminantlar için olumlu etki sağlayan katkı maddelerinden biyolojik yapıda olanlar; doğal ve güvenilir olmaları, çevre kirliliği oluşturmaması ve toksik etki yaratmaması gibi özelliklerinden dolayı kimyasal katkı maddelerine göre daha fazla tercih edilmektedir (Filya, 2002). Ancak, silaj katkı maddeleri güvenli bir şekilde kullanılmalı ve silolamada sağlayacağı fayda, maliyetinden daha fazla olmalıdır (Merensalmi ve Virkki, 1991). Silaj katkı maddelerinin potansiyel kullanımını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerin başında; silolanan materyalin kimyasal ve biyolojik yapısı, materyalin uygun bir KM’de hasat edilip edilmediği, parçalama boyutu, sıkıştırmanın yeteri kadar yapıp yapılmadığı, silonun aerobik dönem uzunluğu, silolama esnasında ve sonrasında stabil bir anerobik ortamın sağlanması ve silonun fermantasyon sonrası açılarak kullanılmaya başlandığı dönemde oksijenle temas edecek yüzey alanının genişliği ile günlük tüketilen silaj miktarı gelmektedir (Filya, 2014). Tüm faktörler değerlendirilerek, silolama uygun koşullar altında gerçekleşmezse silaj katkı maddelerinden beklenen yararlar sağlanamaz (Filya, 2014; Yitbarek ve Tamir, 2014). Bakteriyal inokulantlar Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa ve diğer birçok ülkede en fazla kullanılan katkı maddesi olarak bilinmektedir. Silajda sıklıkla bulunan LAB cinslerinden olan *Lactobacillus*, *Pediococcus* ve *Enterococcus* gibi mikroorganizmalar, bakteriyal inokulant içerisinde bulunan mikroorganizmalardır. Bakteriyal inokulantlar genel olarak silolanan materyalin yapısına bağlı olarak fermentasyonun arzu edildiği şekilde gerçekleşmesine yardımcı olmaktadır (McDonald, Henderson ve Heron, 1991). Bakteriyal inokulant kullanımı sonucu silajlarda oluşan düşük AA ve etanol düzeylerinin silaj lezzetini artırarak silaj tüketimini arttırdığı bildirilmektedir. Ayrıca, inokulantların etkisi sonucunda oluşan LA’in rumende fermente olması ile silaj nitrojeninin mikrobiyal protein haline dönüşmesi arttığından rumen mikrobiyal gelişimi olumlu yönde etkilenmektedir (Weinberg ve Muck, 1996; Filya, 2000). Homofermentatif özellikteki LAB’nin silaj katkı maddesi olarak kullanımı daha eskilere dayanmaktadır. Homofermentatif LAB’den *Lactobacillus plantarum* en sık kullanılan bakteriyal inokulant olmakla beraber, *Lactobacillus casei*, çeşitli *Pediococcus* türleri ve *Enterococcus faecium*’da kullanılmaktadır (Muck, Filya ve Contreras-Govea, 2007). Homofermentatif inokulantların şekerlerden organik asitlere etkin fermentasyonu sağladığı için olumlu yönde etkisi bulunduğu bildirilmiştir (Mc Donald, Henderson ve Heron, 1991; Weinberg ve Muck, 1996). Ancak, aerobik stabiliteyi düşürerek

bozulmalara sebep olduğu şeklinde sonuçlarda elde edilmiştir (Cai, 1999; Filya, 2002). Homofermentatif silajlardaki bu olumsuz durum, maya ve küfler üzerinde inhibe edici maddelerden olan uçucu yağ asitleri (UYA) ve NH₃-N düşük düzeyde olması ile karakterize edilmektedir (Woolford, 1984; Kung, Taylor, Lynch ve Neylon, 2003). Heterofermentatif LAB inokulantlar, homofermentatif (1. nesil) inokulantlardan sonra 2. nesil olarak kabul edilmektedir. Heterofermentatif türlerden *Lactobacillus buchneri* tek başına ya da homofermentatif türlerle ticari kombinasyonlarda kullanılmaktadır. *Lactobacillus buchneri*'nin diğer heterofermentatif türlerden farklı olarak bazı avantajları bulunmaktadır. LA'yi AA'ye fermente ederek yüksek AA konsantrasyonu meydana getirebilir (Filya, 2003ab; Nishino Yoshida, Shiota ve Sakaguchi, 2003; Kleinschmit ve Kung, 2006). Ancak *Lactobacillus buchneri*'nin heterofermentatif özelliği CO₂ ve H₂O oluşumuna sebep olduğundan KM kaybını arttırmaktadır (McDonald, Henderson ve Heron, 1991; Driehuis, Oude Elferink ve Van Wikselaar, 2001). Siloda LA'in son ürün olarak oluşumu daha fazla istenmektedir. LA'in AA'den daha güçlü bir asit olmasından dolayı ^{ho}LAB inokulantı eklenmiş bir silajın katkısız ya da *Lactobacillus buchneri* muamele edilmiş silaja göre daha kısa sürede düşük pH'ya ulaşması beklenmektedir. Böylece silajda oluşan düşük pH, *enterobacteria*, *clostridia*, *bacilli* aktivitelerini ve bunların silaj kalitesi üzerindeki etkilerini azaltmaya yardımcı olacaktır. Silajda, LA her ne kadar tercih edilen bir son ürün olsada, AA'in maya ve küfler üzerindeki inhibitör etkisi daha fazla olduğundan, *L. buchneri* gibi AA üreten ^{het}LAB inokulantlarının aerobik stabiliteyi geliştirmesi daha muhtemeldir (Weinberg, Ashbell, Hen, Azrieli, Szakacs ve Filya, 2002; Filya, 2003a,b). LAB içeren silajlık bitkilerden ya da bozulmamış silajlardan izole edilen bu mikroorganizmalar bakteriyal inokulantları elde etmede önemli rol oynamaktadır (Sucu ve Filya, 2006; Keleş ve Yazgan, 2011).

Üre, silaj katkı maddelerinin sınıflandırmasında “besin maddeleri” grubuna giren bir bileşiktir (McDonald, Henderson ve Heron, 1991). Üre başta mısır olmak üzere nitrojen içeriği düşük bitkilerin silolanmasında nitrojen içeriğini artırmak amacı ile kullanılmaktadır. Silaj fermantasyonunda kullanılan üre, silajların hücre duvarı kapsamı dışındaki kimyasal özelliklerini azaltırken, protein içeriğini artırmaktadır (Filya, Sucu ve Hanoğlu, 2004). Ayrıca ürenin silaj ortamında protein parçalanabilirliğini azalttığı ve silajların aerobik stabilitelerini geliştirdiği bildirilmektedir (Filya, Sucu ve Hanoğlu, 2004). Ürenin antifungal etkisi nedeniyle silo ortamında maya ve küf gelişimini engellediği de bildirilmektedir (Filya, Sucu ve Hanoğlu, 2004).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Yem Materyali

Çalışmanın bitkisel materyalini II. ürün mısır silajı oluşturmuştur. Deneme başlangıcında yaklaşık 120 kg mısır hasılı laboratuvar ortamına getirilerek taze materyal analizi için örnek alınmıştır. Daha sonra materyaller 6 muamele grubuna bölünmüştür. Muamele grupları 1- Kontrol, 2- *Lactobacillus buchneri* (LB), 3-Üre, 4- *Lactobacillus buchneri* + Üre (LB+Üre), 5-Aktive edilen *Lactobacillus buchneri* (ALB), 6- Aktive edilen *Lactobacillus buchneri* + Üre (ALB+Üre)'den oluşmaktadır.

Katkı maddesi olarak içeriğinde *Lactobacillus buchneri* (LB CNCM I-4323, Lallemand) inokulant olarak kullanılmıştır. İnokulant firma önerisi doğrultusunda silajlara 3×10^8 kob/g olacak şekilde ilave edilmiştir. Silolama öncesi aktifleştirilecek inokulant ise %10 yağsız süt ilave edilerek 24 saat bekletilmiştir. İnokulant ve yağsız süt karışımından 10 g alınarak üzerine 90 ml distile su ve 2 g çay şekeri ilave edilerek hazırlanmıştır (Santos, Zanine, Ferreira, Oliveria, Penteado ve Pereira, 2008).

Üre ilavesi ise materyalin KM içeriği dikkate alınarak %1 olacak şekilde 100 ml distile suda çözündürülerek ilave edilmiştir. Katkı maddesi ilavesinden sonra silaj örnekleri her muamele grubunda 3'er tekerrür olmak üzere plastik torbalara vakumlanarak doldurulmuştur. Örneklerin vakumlanarak paketlenmesi amacıyla Şekil 3.1' de gösterilen CAS CVP 260 PD marka vakum makinesi kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Vakum makinesi

Fermantasyonun 1., 3., 7., 14. ve 75. günü açılan silaj örneklerinde kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Yetmiş beşinci gün sonrası açılan silajlara 7 günlük aerobik stabilite testi uygulanmıştır (Ashbell, Weinberg, Azriel, Hen ve Horev, 1991). Aerobik stabilite döneminde silaj örneklerindeki sıcaklık değişimleri ve ortam sıcaklığı 30 dakikada bir 7 gün süreyle (hobo pentant data logger) takip edilmiştir (Chen, Stokes ve Wallace, 1994). Araştırma süresince örnekler üzerinde pH, KM, LA, SÇK, NH₃-N, HP, HK, LAB, maya ve küf sayımları gerçekleştirilmiştir. Araştırmada pH, KM, HP ve HK analizi Akyıldız (1984) tarafından bildirilen yöntemler doğrultusunda yapılmıştır. NH₃-N ve SÇK analizleri Anonim (1986), LA spektrofotometrik metot (Koç ve Coşkuntuna, 2003) kullanılmıştır. Maya ve küf yoğunluğunun belirlenmesinde Seale, Pahlow, Spoelstra, Lindgren, Dellagio ve Lowe (1990)'nın önerdiği yöntemler takip edilmiştir. Araştırmanın 0. ve 75. gününde Van Soest, Robertson ve Lewis (1991)'e göre yemlerin hücre duvarı bileşenlerini oluşturan NDF, ADF ve hemiselüloz (HSEL) içerikleri belirlenmiştir. Araştırmanın 75. gününde silaj örneklerinin Supelco (1998)'e göre AA, PA ve BA içerikleri; Aufrere ve Cartailles (1988)'e göre *in vitro* protein sindirilebilirliği tespit edilmiştir.

3.2. Yöntem

Araştırmada silaj örneklerinde fermantasyon döneminin 1., 3., 7., 14. ve 75. gününde kimyasal ve mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir.

3.3. Yem Analizleri

3.3.1. KM Analizi

Yem örneklerinden yaklaşık 4-6 gram darası alınmış porselen kroze içerisine konarak 105 °C' de kurutulmuştur. Kurutma işleminin sonunda yem materyali içeren krozenin tartımı yapılmıştır. Yemlerin kuru madde içerikleri aşağıdaki formül (3.1) kullanılarak belirlenmiştir (Akyıldız, 1984).

$$\%KM = (100 - \%Nem) \quad (3.1)$$

$$\%Nem = ((C_1 - B) - (C_2 - B)) / E \times 100$$

KM: Kuru madde (%), C₁: Yem + kroze darası (g),

B: kroze darası (g), E: Kuru madde + kroze darası (g)

3.3.2. HP Analizi

Kjeldahl yöntemine göre; yem örnekleri derişik sülfürik asit (H_2SO_4) ile yakılarak içindeki azot (N) önce amonyum sülfata sonra da amonyağa dönüştürülerek, titrasyonla amonyaktaki azot miktarına karşılık gelen ham protein miktarı hesaplanmıştır (Akyıldız, 1984).

Kullanılan Kimyasallar:

1. %98 lik azot içermeyen H_2SO_4
2. %40 lık azot içermeyen NaOH
3. %2-4 lük H_3BO_3 (borik asit)
4. Katalizör tablet (3,5 g K_2SO_4 , 0,0035 g Se)
5. İndikatör (Methylred, Bromocresol Green)
6. 0,1 N HCL

Ham protein analizi 3 bölümden oluşmaktadır. Bunlar;

- I. Yaş yakma
 - II. Destilasyon
 - III. Titrasyon
- I. Yaş Yakma

0,4-0,7 gr yem materyali tartılarak kjeldahl tüpüne konduktan sonra tüpe 2 adet katalizör tablet ve 15 ml H_2SO_4 eklenmiştir. Tüplerden bir tanesine ise sadece numune koymadan gerekli kimyasallar konularak kör deneme yapılmıştır. Kjeldahl tüpleri işlem sonucu oluşan sıvı berraklaşınca kadar yaklaşık 90 dakika boyunca 385 °C'de yakılmıştır.

II. Destilasyon

Öncelikle erlenmayerlere 25 ml %4' lük borik asit konulmuştur. Destilasyon ünitesinin gerekli kimyasalları ve saf suyu kontrol edildikten sonra kjeldahl tüpüne 8 saniye NaOH gelecek şekilde ve destilasyon ünitesi 350 saniye olarak ayarladıktan sonra destilasyon ünitesi çalıştırılmıştır. Öncelikle ünitedeki hortumların gerekli kimyasallarla doldurmak için üniteye boş Kjeldahl tüpü ve erlenmayer konularak düzenek bir sefer boş olarak çalıştırılmıştır. Daha sonra yaş yakma yaptığımız tüpler önce kör denemeden başlayarak tek tek destilasyona tabi tutulmuştur. Tüp içerisindeki sıvı lavaboya boşaltılmış, erlenmayerler ise titrasyon işlemine tabi tutulmuştur.

III. Titrasyon

Destilasyon ünitesinden alınan erlenmayerler otomatik bürette HCL ile açık pembe renk alıncaya kadar reaksiyona tabi tutulmuştur. Kullanılan HCL miktarı okunarak kaydedilmiştir.

Gerekli rakamlar (HCl miktarı ve kör deme miktarı) protein analiz formülünde uygun yere yazılarak numunedeki yüzde protein oranı hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Protein} = (T) \times (U) \times (n) \times (f_{\text{HCL}}) \times (100) / (A) \times (1000) \times (fp)$$

T: 14,007 (Azotun atom ağırlığı)

U: Kullanılan HCl (ml)

n: HCl'nin normalitesi (0,1)

f_{HCL}: 0,1 N HCl'nin faktörü

fp: Proteine çevirme faktörü (6,25)

A: Tartılan yem miktarı

3.3.3. HK Analizi

Boş porselen krozeler ham kül fırınında 550 °C'de 2 saat bekletilmiştir ve steril hale getirilmiştir. Daha sonra desikatöre alınarak soğutulmuştur. Hassas terazide darası alınarak (B), içerisine 1 g yem (A) materyali tartılmıştır (A₁). Yem örnekleri ham kül fırınına yerleştirilmiş ve 550 °C'lik fırında 8 saat boyunca yakılmıştır. Yakma işleminden sonra desikatöre alınan krozeler soğutulmuş ve hassas terazide tartımları yapılmıştır (A₂). Gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra yem materyalinin yüzde HK içeriği bulunmuştur (Akyıldız, 1984).

$$\% \text{ HK} = ((A_1 - B) - (A_2 - B)) / A \times 100$$

3.3.4. NDF Analizi

NDF analizi, hücrenin çözünebilir materyalinin sodyum lauryl sülfat içeren nötral çözücü ile kaynatılarak ekstraksiyonundan sonra hücre duvarı bileşenlerinin filtrasyon aracılığı ile ayrılması esasına dayanır (Close ve Menke, 1986). 1 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş yem numunesinden 0,5-1 g bir cam kaba tartılmıştır. Sırasıyla oda sıcaklığındaki 100 ml nötral çözücü solüsyonuna 93 g EDTA ve 34 g sodyum tetra borat tartılarak birlikte geniş bir kaba konmuştur. Distile su ilave edilmiş ve hafifçe ısıtılarak çözülmüştür. Bu çözeltiliye 150 g sodyum lauryl sülfat ve 50 ml 2-etoksietanol ilave edilmiştir. İkinci bir cam kapta 22.8 g susuz di sodyum hidrojen sülfat tartılır, distile su ilave edilir ve hafifçe ısıtılarak çözülmüştür. İlk çözeltiliye ilave edilmiş, karıştırılmış ve 5 litreye seyreltilmiştir. Çözelti pH'sı 6,9-7,1 arasında kontrol edilmiştir. Birkaç damla dekalın, 0,5 g sodyum sülfat katılmış ve geri soğutucuya takılmıştır. Çözelti hızla kaynama durumuna getirilmiş ve bir saat kaynatılmıştır. Kaynatma süresi sonrasında 10 dakika soğutulmuştur. Darası alınmış cam krozeden düşük vakum aracılığıyla filtre edilmiştir. Kalıntı iki kısım kaynamaya yakın sıcaklıktaki su ve iki

kısım asetonla yıkanmıştır. Cam kroze kurutma dolabında 103 °C sıcaklıkta 4 saat veya 100 °C sıcaklıkta bir gece tutulmuştur. Sonra desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır (Close ve Menke, 1986)

Hesaplama: NDF (g/kg KM) = a-b/Nx 1000

a = NDF içeren kuru cam krozenin ağırlığı, g

b =cam krozenin darası alınmış ağırlığı, g

N=örneğin ağırlığı, g

3.3.5. ADF Analizi

ADF analizinde, yem örneği cetil trimetil amonyum bromidin (CTAB)-H₂SO₄ solüsyonu ile kaynatılmıştır. Filtrasyon sonrasında başlıca lignoselüloz ile silikadan oluşan ve ADF olarak adlandırılan çözünmeyen materyal kalır (Close ve Menke, 1986). Bir mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş numuneden 0.5 g kadar behere tartılmıştır. 100 ml soğuk H₂SO₄-CTAB solüsyonu (100 g CTAB 5 litre 1 N H₂SO₄ çözülür, gerekirse filtre edilir) ve birkaç damla dekalin ilave edilmiştir. Isıtıcıya konmuştur. Solüsyon hızla kaynama durumuna getirilmiş ve 1 saat hafifçe kaynatılmıştır. Düşük bir vakum ile darası alınmış cam krozedden sıcakken filtre edilmiştir. Kalıntı kaynamaya yakın su ile köpük oluşumu bitene kadar yıkanmıştır. Daha sonra asetonla yıkanmıştır. Kroze kurutma dolabında 103 °C sıcaklıkta bir gece tutulmuştur. Desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır (Close ve Menke, 1986).

Hesaplama: ADF (g/kg KM) = a-b /N x 1000

a = ADF içeren kuru cam kroze ağırlığı, g

b =Darası alınmış cam krozenin ağırlığı, g

N =Numune miktarı, g

3.3.6. HSEL Analizi

Yem materyallerinin hemiselüloz içeriklerinin saptanmasında NDF ve ADF analizleri sonrasında elde edilen değerlerden yararlanılmış olup (Close ve Menke, 1986), hesaplamada kullanılan formül aşağıda verilmektedir;

HSEL (g/kg KM) = NDF – ADF

3.3.7. pH ve Bc (Tampon kapasitesi) Analizleri

Silolama öncesi taze materyalde ve açım sonrası elde edilen örneklerde pH ölçümleri için 50 g' lık örneklere 125 ml saf su ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 1 saat süre ile zaman

zaman karıştırılarak tutulmuştur. Daha sonra örnekler süzölmüş ve elde edilen süzökte pH metre aracılığı ile okuma gerçekleştirilmiştir (Anonim, 1986).

Taze materyalde tampon kapasitesi (Bc)'nin saptanabilmesi için 20 gram örneğe, 250 ml saf su ilave edilerek mekanik karıştırıcı aracılığı ile 1 dakika süre ile karıştırılmıştır. Karışım dört katlı gazlı bezden geçirilerek elde edilen süzöğün pH'sı 0.1 N HCl ile 3,00'e ayarlanmıştır. Daha sonra 0.1 N NaOH kullanılarak süzöğün pH'sı 4.00 e standardize edilmiştir. Süzük aynı yoğunluğa sahip NaOH ile karışımın pH'sı 4.00 den 6.00 ya çıkıncaya kadar işleme tabi tutulmuştur. pH'nın 4.00'den 6.00'ya yükselmesi için gerekli alkali miktarı meq/kg KM olarak kaydedilmiştir (Playne ve Mc Donald, 1966).

3.3.8. SÇK Analizi

Yem örneklerinde SÇK analizi Anonim (1986)'a göre yapılmıştır. Analize tabi tutulacak örnek 102 °C sıcaklıkta 2 saat süre ile kurutulmuştur. Kurutulup öğütölmüş örnekten 0,2 g tartılarak bir şişe içerisine konulmuş, üzerine 200 ml saf su ilave edilerek 1 saat süre ile çalkalanmıştır. Örneklerin ilk birkaç damlası ihmal edilecek şekilde süzölerek 50 ml'lik berrak ekstrakt elde edilmiştir. Standart eğrilerin hazırlanmasından sonra 2 ml ekstrakt alınarak 150x25 mm'lik borosilikat test tüplerine konulmuştur. Ön hazırlığı takiben absorbens değeri 620 nm'de 30 dakika içerisinde spektrofotometre aracılığı ile okunmuştur. Örnek ve kör denemeler sonrası tespit edilen absorbens değerlerine denk gelen mg glikoz değerleri arasındaki farklılık 500 katsayısı ile çarpılmıştır. Sonuç, örnek içerisinde yer alan g/kg SÇK miktarı olarak kaydedilmiştir.

3.3.9. LA Analizi

Laktik asit miktarlarının tespitinde Koç ve Coşkuntuna (2003)'nın bildirdikleri spektrofotometrik yöntemle göre saptanmıştır.

Derin dondurucuda -20 °C'de saklanan örnekler analizin yapılacağı gün çıkartılarak çözülmünceye kadar oda sıcaklığında bir süre bekletilmişlerdir. Çözöndürölen örnekler daha sonra 1:100 oranında seyreltilerek kullanılmıştır. Seyreltilen örneklerden otomatik pipet yardımıyla 1 ml sıvı tüplere aktarılmış üzerine 0,1 ml bakır sülfat (5g CuSO₄/100 ml saf su) ile 6 ml %98'lik sülfürik asit ilave edilmiştir. Hazırlanan tüpler 30 saniye vortekste karıştırıldıktan sonra 5 dakika soğuk banyoda tutularak soğumaya bırakılmıştır. Bu süre sonunda tüplere 0,1 ml parahidroxy biphenol (%0,5 NaOH/1000 ml saf su +2,5 g PHBP) eklenerek, tüpler 30 saniye

tekrar vortekste karıştırılmış ve 10 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra tüpler 90 saniye kaynar su içerisine daldırılıp çıkartılmış ve soğuması beklendikten sonra 565 nm dalga boyunda spektrofotometre cihazında okunmuştur.

3.3.9.1. Standart Eğrinin Oluşturulması

213 mg lityum laktat 500 ml saf su içerisinde çözündürülmüş ve üzerine 0.5 ml %98'lik sülfürik asit ilave edilmiştir (400 µg/ml). Elde edilen çözelti, önce 1:9 (40 µg/ml) daha sonra 1:1 (20 µg/ml, stok çözelti) oranında seyreltilerek kullanılmıştır. Daha sonra stok çözeltilerden 2,5, 5,0, 10,0, 15,0 µg/ml lityum laktat içerecek şekilde yeni karışımlar elde edilmiştir. 1 ml seyreltik bulunan tüplerin içerisine 0,1 ml bakır sülfat ile 6 ml %98'lik sülfürik asit ilave edilmiş, 30 saniye vortekste karıştırılmış ve 5 dakika soğuk banyoda tutularak soğumaya bırakılmıştır. Bu süre sonunda tüplere 0,1 ml parahidroxy biphenol eklenerek, tüpler 30 saniye tekrar vortekste karıştırılmış ve 10 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra tüpler 90 saniye kaynar su içerisine daldırılıp çıkartılmış ve soğuması beklendikten sonra 565 nm dalga boyunda spektrofotometre cihazında okunmuş ve standart eğri Microsoft Excel bilgisayar programında oluşturulmuştur.

3.3.9.2. Hesaplama

Standart eğriden, örneklerin µg/ml'leri okunarak saptanmıştır. Elde edilen örneklerin KM miktarlarına bölünmüş ve silajların % KM' de % LA içerikleri saptanmıştır.

3.3.10. Organik Asit Analizleri

Açılan silajlardan 40 g örnek alınıp üzerine 360 mL steril su (1:9) ilave edilerek stomacherda (IUL Instruments, Barcelona, Spain) 3 dk çalkalandıktan sonra filtre kağıdından (Whatman No 54, International Ltd. Maidstone, England) süzümüştür. Elde edilen bu süzük 12.000 devir/dk' da 20 dk santrifüj (Sigma, 6K 15, Germany) edilmiş ve steril ependorf tüplere aktararak, analizlerin yapılacağı zamana kadar -20°C' de derin dondurucuda saklanmıştır.

Silaj örneklerinin organik asit konsantrasyonları, gaz kromatografisinde (Agilent Technologies 6890N Network GC System, 7683 B Series Injector, China) kapillar kolon (Stabilwax®-DA; Crossbond "Carbowax"-PEG asidik bileşikler için, 30 m, 0.25 mm ID, 0.25µm df, maksimum program sıcaklığı 260 °C) kullanılarak belirlenmiştir. Analizler sırasında

kromatografinin fırını 100 °C' de 5 dk, ardından 10 °C/dk artışla 160 °C' de 2 dk ve son olarak 80°C/dk artışla 5 dk bekleme şeklinde programlanmıştır.

Örnekler gaz kromatografi cihazına enjekte edilmeden önce, 1 mL' lik viole konulan UYA standardı (Spelco™ WSFA-2 Mix Sigma-Aldrich Co otomatik örnekleyici bölümüne yerleştirilerek okunmuş ve bilgisayarda çeşitli pikler elde edilmiştir. Örneklerin organik asit bileşimleri (asetik, propiyonik, bütrik) konsantrasyonları standart kromatogramdan alınan piklere göre belirlenmiştir (Supelco, 1998).

3.3.11. Mikrobiyolojik Analizler

Çalışmada silaj örneklerinde LAB, maya ve küf yoğunluklarının saptanmasına yönelik analizler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 10 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. Laktik asit bakterileri için besi ortamı olarak MRS Agar, maya ve küfler için Malt Ekstrakt Agar kullanılmıştır. Örnekler için LAB sayımları 30 °C 3 günlük, maya ve küfler için 30 °C de 5 günlük sıcaklıkta inkübasyon dönemlerini takiben gerçekleştirilmiştir (Seal, Pahlow, Spoelstra, Lindgren, Dellaglio ve Lowe, 1990).

Örneklerde saptanan LAB, maya ve küf sayıları logaritma koliform üniteye (kob/g) çevrilmiştir.

3.3.12. Aerobik Bozulmaya Dirence İlişkin Analizler

Denemenin 75. gününde açılan silaj örneklerinin, aerobik stabilite testi Ashbell, Weinberg, Azriel, Hen ve Horev (1991) tarafından geliştirilen yöntem ile belirlenmiştir. Test 7 gün sürmüştür. Aerobik stabilitenin 7. günündeki silaj örneklerinin pH'ları ölçülmüş ve CO₂ üretimleri saptanmıştır.

Testte, 1,5 L'lik polietilen şişeler kullanılmıştır. Polietilen şişeler kapak tarafı 0,5 litre, taban tarafı ise 1 litre olacak şekilde ikiye kesilmiştir. Daha sonra 1 L'lik taban kısmına 100 ml %25'lik KOH konmuştur. Şişenin kesilen diğer parçasına (500 ml kısım) 250- 300 g silaj örneği konmuştur. Kapak kısmı aşağıya bakacak şekilde kesilen polietilen şişenin diğer parçasının içine yerleştirilmiştir. Hazırlanan bu test düzeneği oda sıcaklığında 7 gün tutulmuştur. KOH

çözeltisinin absorbe ettiği CO₂ miktarı 0,1 N HCL çözeltisi ile yapılan titrasyon sonucu aşağıdaki formülle 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)

3.3.13. Protein Parçalanabilirliğinin *In Vitro* Enzimatik Yöntemle Belirlenmesi:

Silaj örneklerinin *in vitro* enzimatik parçalanabilirlik değerleri örneklerin proteaz enzimi ile borat fosfat tampon çözeltisinde 1 ve 24 saatlik hidrolizlerinden hesaplanmıştır (Aufreere ve Cartailer, 1988). Her bir örnek için ölçümler 1 ve 24 saatlik inkübasyon süreleri için 3 tekerrür şeklinde yapılmıştır. Hazırlanan enzim çözeltilerinin azot içeriğinin belirlenmesi için içinde örnek bulunmayan 2 tüp de inkübasyona tabi tutulmuştur. İnkübasyon sonrası elde edilen süzüklerin HP miktarı Kjeldahl yöntemine göre belirlenerek ve kör numuneye göre düzeltme yapılmıştır. *In vitro* HP parçalanabilirliği aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam HP'in parçalanmış kısmı (\%)} = \text{Süzükteki HP miktarı} / \text{Yemdeki HP miktarı} \times 100$$

3.3.14. İstatiksel Analizler

Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde gruplar arası farklılığın belirlenmesinde tek yönlü varyans analizi, grup etkilerinin karşılaştırılmasında ise Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Efe, Bek ve Şahin, 2000).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Başlangıç Materyaline İlişkin Analizler

İkinci ürün mısır silajının başlangıç materyaline ilişkin kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. II. ürün mısır bitkisinin pH, Bc değeri, KM, KM, içindeki HP, HK, SÇK, NDF, ADF, HSEL, LAB ve maya içerikleri sırasıyla 5,63, 280,65 meq NaOH/kg KM, %23,70, %7,81, %6,20, 117,89 g/kg, 53,76 g/kg, 28,13 g/kg, 25,63 g/kg, 8,75 kob/g, 8,76 kob/g arasında bulunmuştur. Başlangıç materyalinde küf tespit edilmemiştir. 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. Bu araştırmada belirlenen taze mısırın pH’sı (5,63), Özdüven, Koç, Polat, Coşkuntuna, Başkavak ve Şamlı (2009)’nın farklı dönemlerde hasat ettikleri taze mısırın pH değerleri ile (5,34–6,04) uyumludur. Mısır bitkisinin başlangıç KM’si (%23,70) Altınçekiç ve Filya (2018)’nin çalışmasından daha düşük (%26,4) tespit edilmiştir. II. ürün mısırın HP içeriği (%7,81), Barmaki, Alamouti, Khadem ve Afzalzadeh (2018) ve Altınçekiç ve Filya (2018)’nin belirledikleri HP miktarından (sırasıyla %8,22 ve %7,2) düşük bulunmuştur. Mısırın HK içeriği (%6,20), Denek, Aydın ve Can (2017)’nin belirledikleri HK miktarıyla yakın (%5,93), Barmaki, Alamouti, Khadem ve Afzalzadeh (2018)’nin belirledikleri HK miktarından yüksek bulunmuştur. Asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) içeriği (%28,13) Altınçekiç ve Filya (2018)’nin belirttiği ADF içeriğine (%29,7) yakın bir değerde bulunmuştur. Taze mısırın NDF ve ADL içerikleri sırasıyla %53,76 ve %3,43 olarak tespit edilmiştir. Bu değerlerden NDF miktarı (Duru ve Kaya, 2016; Altınçekiç ve Filya, 2018)’in bulmuş oldukları NDF’den (sırasıyla %53,99 ve 67,7) düşüktür. Taze mısırın HSEL içeriği %25,63 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç, Altınçekiç ve Filya (2018)’nin ve Denek, Aydın ve Can (2017)’nin mısır için bildirdiği değerden (%27,67-33,00) düşük bulunmuştur. Besin madde içerikleriyle ilgili oluşan farklılıkların nedenleri; mısır çeşidi, hasat zamanı, yetiştirilen iklim ve toprak şartlarının değişkenliğinden ileri gelmektedir (Kung, 2008).

Çizelge 4. 1. Başlangıç materyaline ilişkin kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları

İçerik	Miktar
pH	5,63
Bc, meq NaOH kg/KM	280,65
KM, % TM	23,70
HP, % KM	7,81
HK, % KM	6,20
SÇK g/kg KM	117,89
NDF, g/kg KM	53,76
ADF, g/kg KM	28,13
HSEL, g/kg KM	25,63
LAB, kob/g KM	8,75
Maya, kob/g KM	8,76
Küf, kob/g KM	0,00

Bc: Tampon kapasitesi, KM: Kuru madde, TM: Taze materyal, HP: Ham protein, HK: Ham kül, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat, NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, HSEL: Hemiselüloz, LAB: Laktik asit bakterileri, kob: koloni oluşturan birim

4.2. Araştırma Yemlerinin Silolama Sonrası Değerleri

4.2.1. II. ürün mısır silajlarının fermantasyon özellikleri ile ilgili bulgular

Bu bölümde, araştırmadan elde edilen bulgular üzerinde çalışılan parametrelerin fermantasyon dönemi içerisinde ve sonrasında uygulamadan hangi ölçülerde etkilendiği konuya ilişkin diğer araştırma sonuçları ile birlikte tartışmaya çalışılmıştır.

4.2.1.1. KM

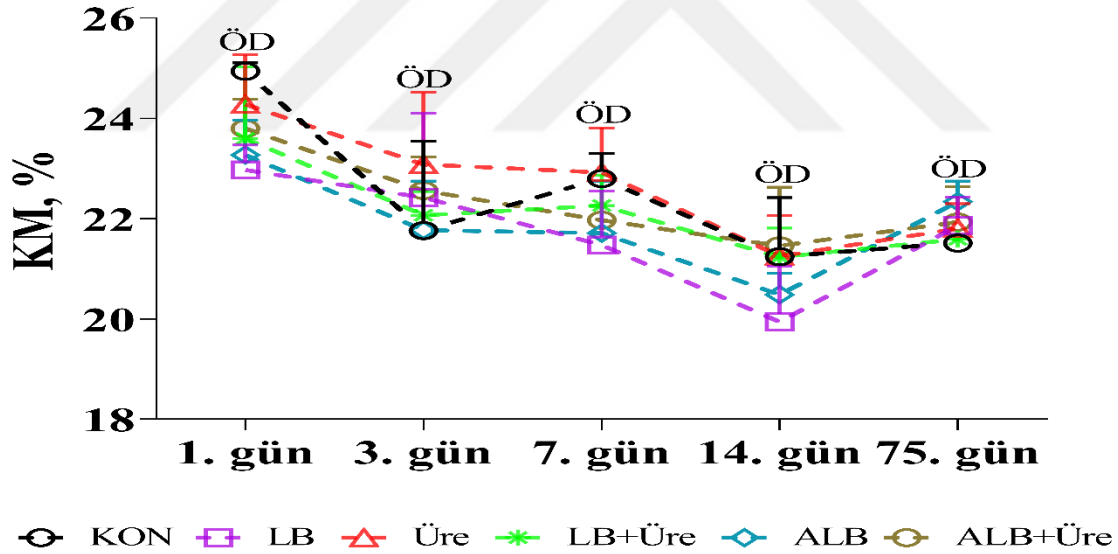
II. ürün mısır silajlarının fermantasyonunun 1., 3., 7., 14. ve 75. gün %KM değerleri Çizelge 4.2 ve Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Araştırmanın başlangıç materyalinde %23,70 olarak tespit edilen KM değeri 75 günlük fermantasyon dönemi sonrasında %21,51-22,34 arasında değişim göstermiştir. En yüksek KM içeriği ALB grubu (%22,34) silajlarda elde edilirken, en düşük KM içeriği, Kontrol grubu (%21,51) silajlarda elde edilmiştir. Bu konuda Sucu (2009) tarafından yapılan bir çalışmada kontrol grubuna göre LAB inokulantlarının %KM içeriği üzerindeki etkilerinin önemsiz ($P>0,05$) olduğu bildirilmiştir. Benzer şekilde; Filya, Sucu ve Karabulut (2006) ile Kleinschmit ve Kung (2006) *Lactobacillus plantarum* ve/veya *Lactobacillus buchneri* bakteri inokulantının mısır silajlarında %KM içeriğini etkilemediğini

bildirmişlerdir. Bu çalışmada da katkı maddesi ilavesi muamele gruplarının %KM içeriğinde istatistiksel anlamda bir fark yaratmamıştır ($P>0,05$).

Çizelge 4.2. Fermantasyonun süresince silajların KM analiz sonuçları (%)

Muameleler	Günler				
	1.	3.	7.	14.	75.
Kontrol	24,94±0,17	21,76±1,78	22,80±0,50	21,24±1,18	21,51±0,11
LB	22,97±0,50	22,42±1,68	21,47±1,08	19,94±1,11	21,86±0,57
Üre	24,28±0,99	23,08±1,44	22,92±0,89	21,25±0,82	21,80±0,50
LB+Üre	23,60±1,43	22,07±0,47	22,26±0,61	21,23±0,58	21,59±0,01
ALB	23,27±0,70	21,77±0,98	21,71±1,04	20,48±0,43	22,34±0,41
ALB+Üre	23,80±0,58	22,56±0,67	21,97±0,16	21,46±1,17	21,93±0,71
P	0,119	0,771	0,218	0,359	0,345

LB: *Lactobacillus buncheri*, ALB: Aktifleştirilmiş *Lactobacillus buncheri*



Şekil 4.1. Fermantasyon süresince II. ürün mısır silajlarının % KM değerleri

4.2.1.2. pH

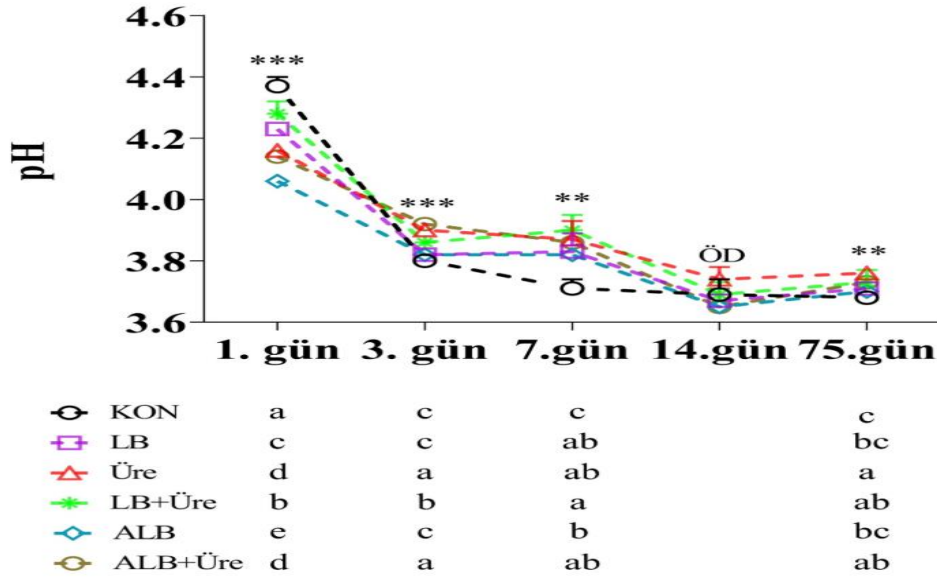
Araştırmanın 0, 1., 3., 7., 14., 75. gününe ilişkin muamele gruplarının pH değerleri Çizelge 4.3 ve Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Araştırmanın başlangıcında 5,63 olarak tespit edilen pH değeri 75. günlük fermantasyon sonrasında en düşük 3,68 ile Kontrol grubunda, en yüksek ise 3,76 olarak Üre ile muamele edilmiş mısır silajlarında tespit edilmiştir. II. ürün mısır

bitkisine katkı maddesi ilave edilmesi silajların (14. gün) hariç pH'ları önemli düzeyde azaltmıştır ($P<0,01$).

Çizelge 4.3. Fermantasyonun süresince silajların pH analiz sonuçları

Muameleler	Günler				
	1.	3.	7.	14.	75.
Kontrol	4,37±0,03a	3,80±0,01c	3,71±0,03c	3,69±0,05	3,68±0,02c
LB	4,23±0,02c	3,82±0,01c	3,83±0,06ab	3,67±0,01	3,71±0,02bc
Üre	4,16±0,02d	3,90±0,01a	3,87±0,06ab	3,74±0,04	3,76±0,01a
LB+Üre	4,28±0,04b	3,86±0,02b	3,90±0,05a	3,69±0,04	3,73±0,04ab
ALB	4,06±0,02e	3,82±0,01c	3,82±0,02b	3,65±0,01	3,70±0,02bc
ALB+Üre	4,14±0,02d	3,92±0,02a	3,86±0,01ab	3,65±0,06	3,73±0,01ab
P	<0,001	<0,001	<0,002	0,102	<0,01

LB: *Lactobacillus buncheri*, ALB: Aktifleştirilmiş *Lactobacillus buncheri*



Şekil 4.2. Fermantasyon süresince II. ürün mısır silajlarının pH değerleri

Silaj pH'sı; materyal olarak kullanılan bitkinin epifitik florası, SÇK düzeyi, inokulant olarak kullanılan LAB türü ve bitkinin tamponlama kapasitesi gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Acosta Aragón, Jatkauskas ve Vrotniakiene (2012), *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus brevis* karışımı içeren inokulant katılan silaj materyallerinin pH seviyesini düşürdüğünü ve fermantasyon sürecinin daha kısa sürede tamamlandığını bildirmişlerdir. Ancak bu durumun tersine Kleinschmit ve Kung (2006)'da yaptıkları çalışmada

mısır silajına katmış oldukları *Lactobacillus buchneri* inokulantının silajın fermantasyonu sonucunda pH seviyesinin yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu durumun heterofermentatif özellikteki *Lactobacillus buchneri*'nin LA'yi parçalayarak AA'e dönüştürmesi sonucunda gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Mısır silajlarında *Lactobacillus buchneri*'nin inokulant olarak kullanıldığı çalışmaların çoğu pH'da artış olduğu yönündedir (Driehuis, Oude Elferink ve Van Wilkselaar, 1999; Ranjit ve Kung, 2000; Kleinschmit ve Kung, 2006; Hu, Sehmidi, Mcdonell, Klingerman ve Kung 2009; Kristensen, Sloth, Højberg, Spliid, Jensen ve Thøgersen, 2010). Nitekim bu çalışmada da Kontrol grubuna göre silajların pH değerleri daha yüksek tespit edilmiştir.

4.2.1.3. HP

Araştırmanın 0, 1., 3., 7., 14., 75 gününe ilişkin muamele gruplarının HP değerleri Çizelge 4.4 ve Şekil 4.3'de gösterilmiştir. Araştırmanın başlangıcında KM'de %7,81 olarak tespit edilen HP değeri 75. günlük fermantasyon sonrasında en düşük %6,78 ile Kontrol grubunda, en yüksek ise %9,48 olarak Üre ile muamele edilmiş mısır silajlarında tespit edilmiştir. Katkı maddesi ilavesi, silolama süresince silajların HP değerlerini önemli düzeyde arttırmıştır ($P<0,01$).

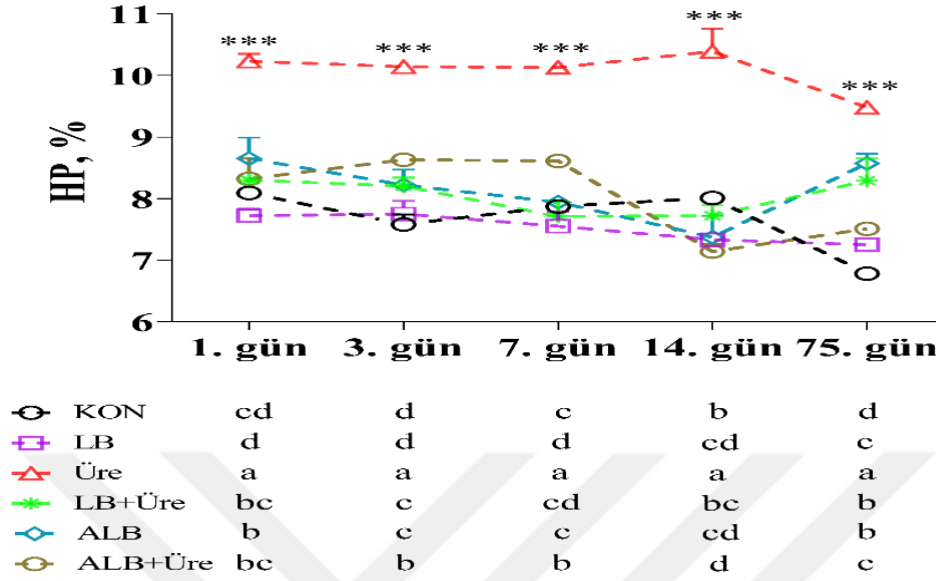
Çizelge 4.4. Fermantasyonun süresince silajların HP analiz sonuçları (%KM)

Muameleler	Günler				
	1.	3.	7.	14.	75.
Kontrol	8,09±0,07cd	7,58±0,16d	7,87±0,06c	8,01±0,08b	6,78±0,08d
LB	7,72±0,11d	7,75±0,21d	7,55±0,24d	7,33±0,05cd	7,25±0,10c
Üre	10,23±0,12a	10,14±0,09a	10,13±0,05a	10,39±0,37a	9,48±0,03a
LB+Üre	8,30±0,04bc	8,20±0,14c	7,71±0,24cd	7,72±0,17bc	8,29±0,36b
ALB	8,65±0,34b	8,22±0,25c	7,94±0,04c	7,37±0,35cd	8,57±0,16b
ALB+Üre	8,32±0,33bc	8,63±0,10b	8,61±0,04b	7,14±0,12d	7,51±0,07c
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

LB: *Lactobacillus buchneri*, ALB: Aktifleştirilmiş *Lactobacillus buchneri*

NPN katkı maddeleri en fazla sorgum, mısır ve tahıllarda tercih edilmektedir. Hem amonyak hem de üre içermesi özelliği ile protein parçalanmasını azaltmakta ve protein içeriğini arttırmaktadır. Bu çalışmada da üre ilavesi silajların HP içeriklerinin artmasına neden olmuştur. Bu konuda yapılan benzer çalışmalarda, Berger, Fahey, Bourguin ve Titgemeyer (1994) ile

Türemiş, Kızılišimşek, Kızııl, İnal ve Sağlamtimur (1997) da üre ile muamele edilen mısır silajlarında HP miktarlarının arttığını bildirmektedirler.



Şekil 4.3. Fermantasyon süresince II. ürün mısır silajlarının HP değerleri

4.2.1.4. HK

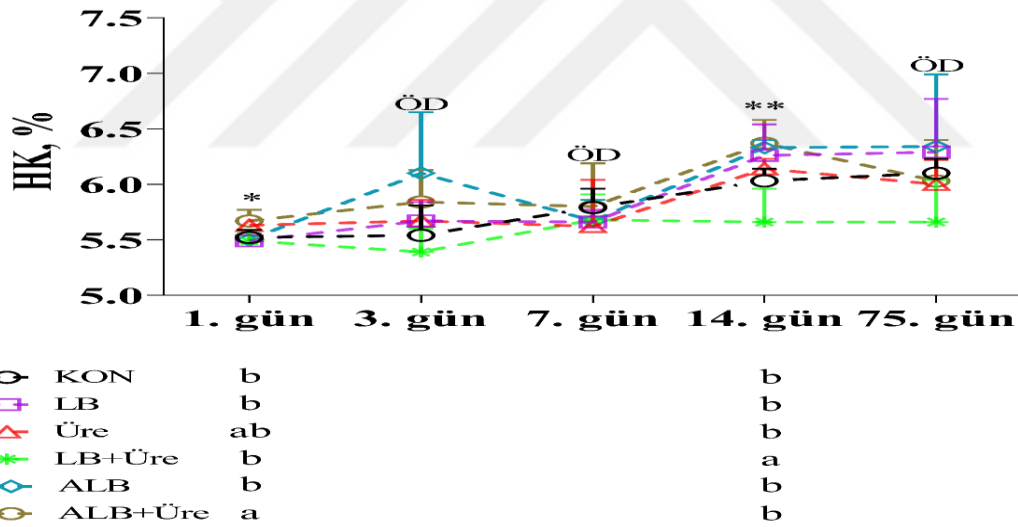
Araştırmanın 0, 1., 3., 7., 14., 75. gününe ilişkin muamele gruplarının HK değerleri Çizelge 4.5 ve Şekil 4.4’de gösterilmiştir. Araştırmanın başlangıcında %5,58 KM olarak tespit edilen HK değeri 75. günlük fermantasyon sonrasında en düşük %5,66 ile LB+Üre grubunda, en yüksek ise %6,34 olarak ALB ile muamele edilmiş mısır silajlarında tespit edilmiştir. Katkı maddesi ilavesi, silolama süresince silajların HK değerlerini sadece 1. gün ($P<0,05$) ve 14. gün ($P<0,01$) istatistiksel olarak etkilemiştir. Mısır bitkinin yetiştirildiği toprağın mineral yapısı, bitki bünyesindeki HK içeriğini $\pm\%1-3$ arası değiştirirken; yağmur, rüzgâr, taşkın ve hasatta yapılan hatalar sonucu artan toprak kontaminasyonu HK içeriğini %20’lere kadar arttırabilmektedir. Bu durum yani yüksek HK içeriği silaj fermantasyonunu olumsuz etkileyen ve elde edilen silajın enerji değerlerini değerini düşüren bir unsurdur (Weiss, 2019). Bu çalışmadan elde edilen silajlarının HK miktarı literatürde bildirilen düzeylere (%5,52-5,59) oranla daha yüksek tespit edilmiştir. Benzer şekilde; ticari inokulant A (Maize-All, Altech, UK; *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus salivarius*, ve *Pediococcus acidilactici* + amilaz enzimi) ve inokulant B (MICROBIOS, Cuprem®, USA; *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Propionibacterium shermanii*, *Enterococcus faecium*, *Bacillus subtilis*, *Pediococcus acidilactici* + selülaz, hemiselülaz, ve amilaz enzimleri) kullanılarak yapılan bir çalışmada

fermantasyonun sonunda (45. gün) açılan mısır silajlarının HK oranlarında (%) kontrol grubuna kıyasla bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir (Akgül, 2010).

Çizelge 4.5. Fermantasyonun süresince silajların HK analiz sonuçları (%KM)

Muameleler	Günler				
	1.	3.	7.	14.	75.
Kontrol	5,52±0,07b	5,54±0,27	5,79±0,17	6,03±0,11b	6,10±0,13
LB	5,49±0,05b	5,67±0,17	5,66±0,11	6,26±0,28b	6,29±0,48
Üre	5,63±0,02ab	5,67±0,19	5,62±0,42	6,14±0,09b	6,00±0,22
LB+Üre	5,49±0,07b	5,39±0,21	5,68±0,23	5,66±0,30a	5,66±0,38
ALB	5,50±0,09b	6,10±0,55	5,67±0,19	6,33±0,07b	6,34±0,65
ALB+Üre	5,67±0,10a	5,84±0,29	5,80±0,39	6,37±0,21b	6,03±0,37
P	<0,05	0,167	0,949	<0,01	0,431

LB: *Lactobacillus buncheri*, ALB: Aktifleştirilmiş *Lactobacillus buncheri*



Şekil 4.4. Fermantasyon süresince II. ürün mısır silajlarının HK değerleri

4.2.1.5. NH₃-N/TN

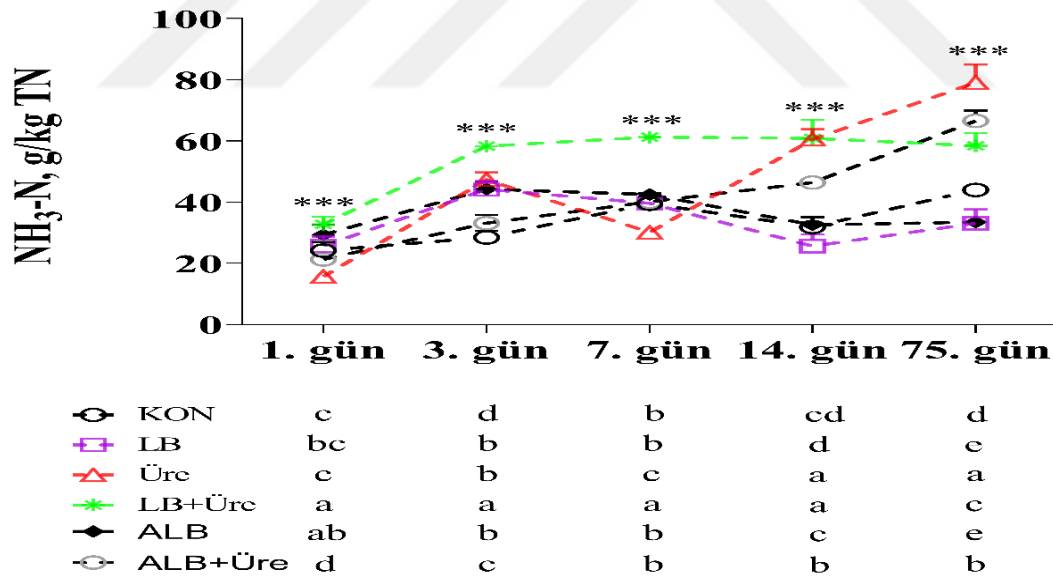
Araştırmanın 1., 3., 7., 14., 75. gününe ilişkin muamele gruplarının NH₃-N/TN değerleri Çizelge 4.6 ve Şekil 4.5’de gösterilmiştir. Fermantasyonun 75. gününde NH₃-N/TN oranı en düşük 33,46 g/kg KM ile ALB grubunda, en yüksek ise 79,06 g/kg KM olarak Üre ile muamele edilmiş mısır silajlarında tespit edilmiştir. Katkı maddesi ilavesi, LB ve ALB ile muamele edilmiş silajların NH₃-N/TN değerlerinin düşmesine sebep olmuştur (P<0,001). Kaliteli bir silaj için NH₃-N miktarının toplam nitrojen (TN)’de 100 g/kg düzeyinin altında

olması gerektiği bildirilmektedir (McDonald, Henderson ve Heron, 1998). Araştırmamızda yapılan tüm silajlardan elde edilen $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ oranının iyi kalitede olması gereken değerden daha düşük olduğunu görülmektedir.

Çizelge 4.6. Fermantasyonun süresince silajların $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ analiz sonuçları

Muameleler	Günler				
	1.	3.	7.	14.	75.
Kontrol	24,12±2,84c	28,41±2,15d	39,42±2,52b	31,87±3,15cd	43,98±1,89d
LB	25,66±3,10bc	44,17±2,65b	39,61±2,01b	25,61±3,77d	33,08±4,55e
Üre	15,69±1,28c	47,31±2,38b	30,10±1,05c	60,50±3,35a	79,06±5,91a
LB+Üre	32,70±2,44a	58,32±1,35a	61,23±1,22a	60,85±6,07a	58,44±4,09c
ALB	29,32±3,26ab	44,22±2,51b	42,48±1,90b	32,55±2,66c	33,46±1,52e
ALB+Üre	21,24±1,55d	33,09±2,69c	40,10±2,80b	46,41±0,78b	66,55±3,36b
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

LB: *Lactobacillus buncheri*, ALB: Aktifleştirilmiş *Lactobacillus buncheri*



Şekil 4.5. Fermantasyon süresince II. ürün mısır silajlarının $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ değerleri

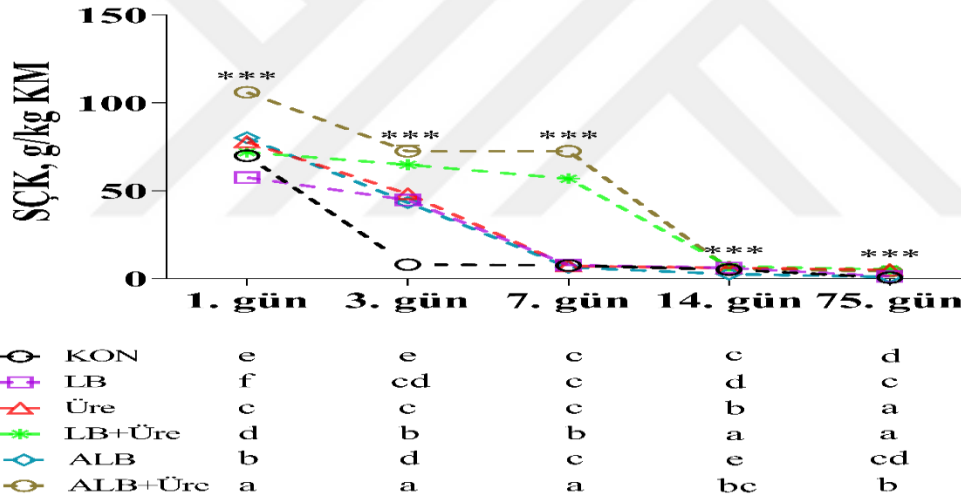
4.2.1.6. SÇK

Araştırmanın 1., 3., 7., 14., 75. gününe ilişkin muamele gruplarının SÇK değerleri Çizelge 4.6 ve Şekil 4.5’de gösterilmiştir. Fermantasyonun 75. gününde SÇK oranı en düşük 0,47 g/kg KM ile Kontrol grubunda, en yüksek ise 5,25g/kg KM olarak LB+Üre ile muamele edilmiş mısır silajlarında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. Fermantasyonun süresince silajların SÇK analiz sonuçları

Muameleler	Günler				
	1.	3.	7.	14.	75.
Kontrol	69,84±0,12e	7,94±0,40e	7,41±0,01c	5,05±0,33c	0,47±0,25d
LB	57,47±0,45f	44,69±0,81cd	7,54±0,27c	3,98±0,15d	1,18±0,27c
Üre	77,73±0,62c	48,19±2,81c	7,13±0,55c	6,08±0,16b	4,95±0,32a
LB+Üre	71,83±1,06d	64,79±2,67b	56,81±1,97b	6,88±0,47a	5,25±0,70a
ALB	80,08±0,93b	43,20±0,73d	6,33±0,27c	2,48±0,54e	0,93±0,08cd
ALB+Üre	106,00±0,04a	72,34±3,38a	72,42±0,46a	5,53±0,20bc	4,14±0,17b
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

LB: *Lactobacillus buncheri*, ALB: Aktifleştirilmiş *Lactobacillus buncheri*



Şekil 4.6. Fermantasyon süresince II. ürün mısır silajlarının SÇK değerleri

Ticari LAB inokulantlarının kullanıldığı bir çalışmada, taze mısır materyalin SÇK içeriğinin %14,23 olduğu ve bu ticari inokulantların mısır silajının SÇK içeriği (%) üzerine fermantasyonun 2., 4. ve 8. günlerinde etkisinin olmadığı, sadece fermantasyonun sonunda (60. gün) SÇK içeriğinde (%) önemli azalma meydana geldiği bildirilmiştir (Sucu, 2009). Altınçekiç ve Filya (2018) tarafından yapılan bir çalışmada ise ticari LAB inokulantı ile hazırlanan mısır silajlarının SÇK içeriklerinin kontrol grubundan farklı olmadığı bildirilmiştir. Bu çalışmada ise katkı maddesi ilavesi, silolama süresince silajların SÇK değerlerinin Kontrol grubu silajlara göre arttırmıştır ($P<0,001$).

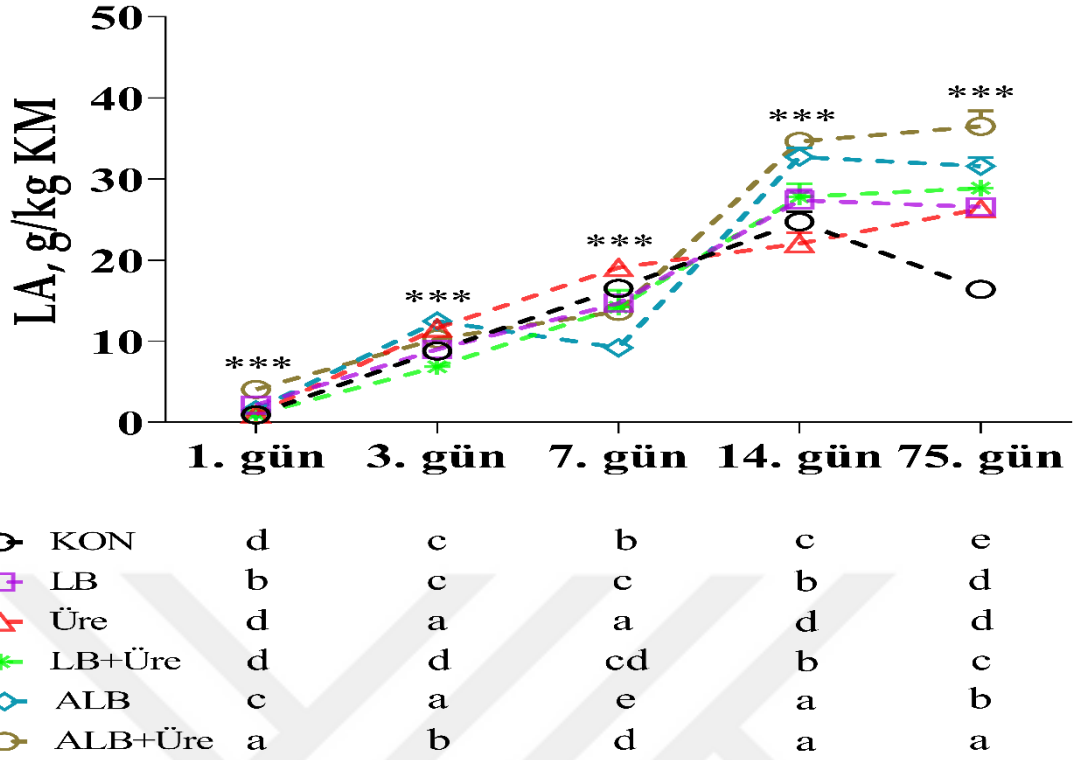
4.2.1.7. LA

Araştırmanın 1., 3., 7., 14., 75. gününe ilişkin muamele gruplarının LA değerleri Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7’de gösterilmiştir. Fermantasyonun 75. gününde LA oranı, en düşük 16,37 g/kg KM ile Kontrol grubunda, en yüksek ise 36,49 g/kg KM olarak ALB+Üre ile muamele edilmiş mısır silajlarında tespit edilmiştir. Katkı maddesi ilavesi, silolama süresince silajların LA değerlerini önemli düzeyde arttırmıştır ($P<0,001$). Benzer bulgular, Filya (2003), Kim, Ham, Chung, Sed ve Lee (2005)’nın, Sucu (2009) ve Kung, Schmidt, Ebling ve Hu (2007) tarafından da elde edilmiş ve *L. buchneri*’nin mısır silajının LA konsantrasyonunu kontrol silajına göre artırdığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.8. Fermantasyonun süresince silajların LA analiz sonuçları

Muameleler	Günler				
	1.	3.	7.	14.	75.
Kontrol	0,92±0,67d	8,79±7,68c	16,50±3,93b	24,71±12,20c	16,37±2,52d
LB	2,12±1,21b	9,00±4,95c	14,67±8,76c	27,36±13,39b	26,55±4,29c
Üre	0,98±0,39d	11,62±4,24a	19,06±7,49a	22,02±13,79d	26,32±8,99c
LB+Üre	0,97±2,29d	6,84±2,14d	14,17±2,13cd	27,78±16,36b	28,86±5,39bc
ALB	1,54±1,21c	12,46±7,79a	9,19±1,06e	32,71±11,50a	31,59±10,70b
ALB+Üre	4,05±2,39a	10,30±5,38b	13,68±1,03d	34,63±5,46a	36,49±19,39a
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

LB: *Lactobacillus buchneri*, ALB: Aktifleştirilmiş *Lactobacillus buchneri*



Şekil 4.7. Fermantasyon süresince II. ürün mısır silajlarının LA değerleri

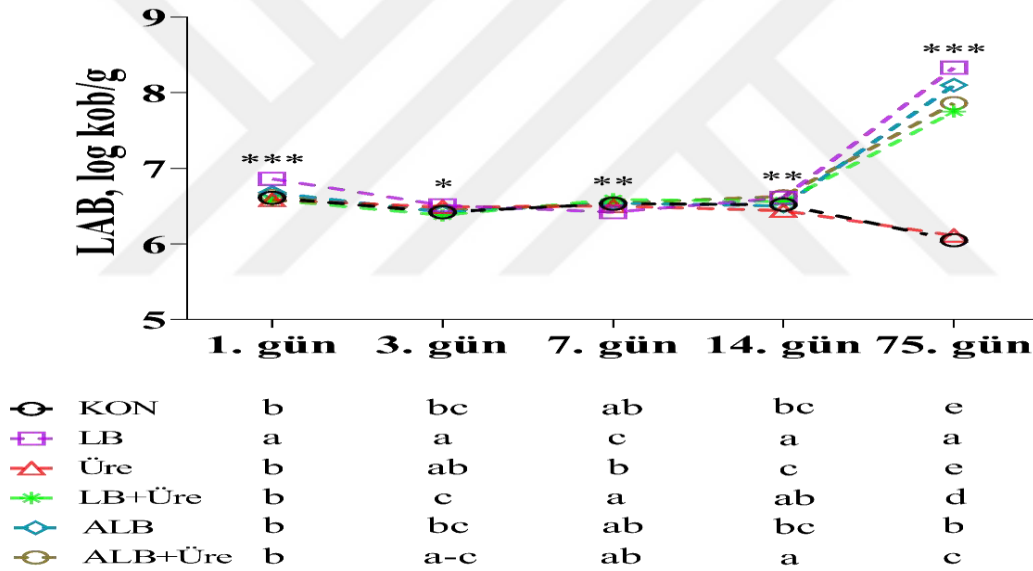
4.2.1.8. LAB

Araştırmanın 1., 3., 7., 14., 75. gününe ilişkin muamele gruplarının LAB değerleri Çizelge 4.9 ve Şekil 4.8’de gösterilmiştir. Fermantasyonun 75. gününde LAB oranı en düşük 6,05 kob/g KM ile Kontrol grubunda, en yüksek ise 8,33 kob/g KM olarak LB ile muamele edilmiş mısır silajlarında tespit edilmiştir. Katkı maddesi ilavesi, silolama süresince silajların LAB değerlerini önemli düzeyde arttırmıştır ($P < 0,01$). Filya (2001a) silolamanın 50. gününde açılan mısır silajlarının LAB yoğunluklarını kontrol ve inokulant gruplarında sırasıyla 7.3 ve 12.4 kob/g KM olarak saptamıştır. Bir başka çalışmada silolamanın 75. gününde açılan mısır silajlarının LAB yoğunluklarını kontrol ve LAB gruplarında sırasıyla 5.69, 6.56 kob/g TM olarak bulunmuştur (Polat, Koç ve Özdüven, 2005). Silajların mikrobiyolojik özellikleri ile ilgili olarak araştırmadan elde edilen bulgular, benzer konularda yapılan araştırma bulguları ile kısmen uyumludur.

Çizelge 4.9. Fermantasyonun süresince silajların LAB analiz sonuçları

Muameleler	Günler				
	1.	3.	7.	14.	75.
Kontrol	6,61±0,07b	6,42±0,05bc	6,53±0,07ab	6,52±0,04bc	6,05±0,03e
LB	6,86±0,04a	6,51±0,02a	6,42±0,02c	6,61±0,04a	8,33±0,02a
Üre	6,58±0,08b	6,49±0,04ab	6,50±0,02b	6,44±0,05c	6,11±0,06e
LB+Üre	6,58±0,04b	6,38±0,03c	6,59±0,02a	6,56±0,05ab	7,75±0,03d
ALB	6,68±0,07b	6,42±0,04bc	6,54±0,04ab	6,50±0,05bc	8,10±0,02ab
ALB+Üre	6,64±0,02b	6,44±0,05a-c	6,54±0,03ab	6,63±0,06a	7,86±0,03c
P	<0,001	<0,01	<0,003	<0,005	<0,001

LB: *Lactobacillus buncheri*, ALB: Aktifleştirilmiş *Lactobacillus buncheri*



Şekil 4.8. Fermantasyon süresince II. ürün mısır silajlarının LAB değerleri

4.2.1.9. Maya

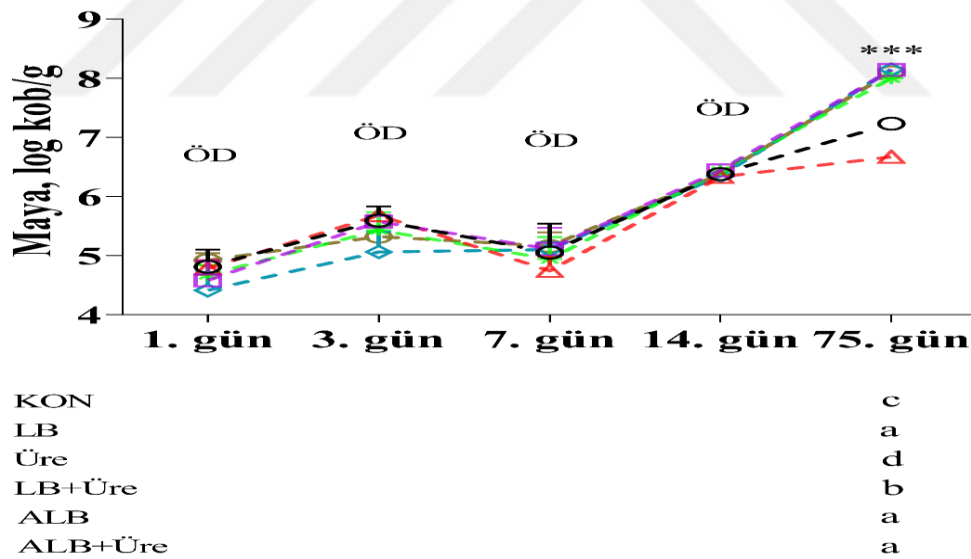
Araştırmanın 1., 3., 7., 14., 75. gününe ilişkin muamele gruplarının maya değerleri Çizelge 4.10 ve Şekil 4.9'da gösterilmiştir. Fermantasyonun 75. gününde maya oranı en düşük 6,67 kob/g KM ile Üre grubunda, en yüksek ise 8,15 kob/g KM olarak ALB ile muamele edilmiş mısır silajlarında tespit edilmiştir. Katkı maddesi ilavesi, silolama süresince silajların maya değerlerini istatistiksel olarak sadece 75. günde etkilemiştir. *Lactobacillus buncheri* inokulantının kullanıldığı çalışmalarda maya sayısında azalma tespit edilmiştir (Driehuis, Oude Elferink ve Spolestra, 1999; Ranjit ve Kung 2000; Filya, 2006; Kleinschmit ve Kung 2006; Hu,

Schmidt, Mc Donell, Klingerman ve Kung, 2009; Schmidt ve Kung 2010; Tabacco, Piano, Revello-Chion ve Borreani 2011). Bu çalışmada ise LB ilavesi, silolamannın 75. gününde silajların maya içeriklerini Kontrol grubu silajlara göre arttırmıştır.

Çizelge 4.10. Fermantasyonun süresince silajların maya analiz sonuçları

Muameleler	Günler				
	1.	3.	7.	14.	75.
Kontrol	4,81±0,29	5,59±0,24	5,05±0,49	6,38±0,08	7,23±0,04c
LB	4,58±0,33	5,57±0,11	5,11±0,36	6,44±0,06	8,14±0,02a
Üre	4,78±0,14	5,68±0,15	4,74±0,24	6,33±0,05	6,67±0,06d
LB+Üre	4,67±0,17	5,43±0,30	4,94±0,37	6,43±0,03	8,00±0,06b
ALB	4,41±0,31	5,06±0,34	5,10±0,12	6,35±0,06	8,15±0,04ab
ALB+Üre	4,92±0,12	5,32±0,18	5,16±0,23	6,38±0,06	8,10±0,01a
P	0,216	0,075	0,649	0,222	<0,001

LB: *Lactobacillus buncheri*, ALB: Aktifleştirilmiş *Lactobacillus buncheri*



Şekil 4.9. Fermantasyon süresince II. ürün mısır silajlarının maya değerleri

Üre ile muamele edilmiş silajların maya değerleri daha düşük tespit edilmiştir ($P<0,001$). Maya içeriğindeki azalma kısmen silaj fermantasyonunun istenen yönde gelişmesi ile kısmen de ürenin antifungal etkisi nedeniyle silo ortamında maya gelişimine engel olmasından kaynaklandığı söylenebilir (Filya Sucu ve Hanoğlu, 2004).

4.2.1.9. Hücre çeperi içerikleri ve *in vitro* protein sindirilebilirliği

Araştırmanın 75. gününe ilişkin muamele gruplarının NDF, ADF, HSE ve *in vitro* protein sindirilebilirliğine ilişkin analiz değerleri Çizelge 4.11 gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Fermantasyonun 75. gününde silajların NDF, ADF, HSEL ve *IVPS* ilişkin analiz sonuçları

Muameleler	Parametreler			
	NDF %KM	ADF %KM	HSEL %KM	IVP, %KM
Kontrol	64,93±0,83a	33,69±0,37a	31,24±0,60a	88,68±0,93d
LB	62,70±0,58b	32,07±0,55b	30,63±0,57b	91,16±1,35c
Üre	60,79±0,68c	31,34±0,19b	29,45±0,44b	93,84±1,14ab
LB+Üre	57,01±0,81d	28,51±0,61c	28,50±0,71c	92,39±1,52bc
ALB	50,64±0,50e	29,19±0,49c	21,45±0,50e	93,89±0,17ab
ALB+Üre	55,97±0,90d	34,41±0,18a	22,56±0,54d	94,67±1,20a
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

LB: *Lactobacillus buncheri*, ALB: Aktifleştirilmiş *Lactobacillus buncheri*, NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, Hsel: Hemiselüloz, IVP: *In vitro* protein sindirilebilirliği

Başlangıç materyalinin NDF içeriği, %53,76 olarak belirlenen araştırmada, silajların NDF içerikleri %64,93–50,64 arasında değişmiştir. En yüksek NDF içeriği Kontrol grubu silajlarda, en düşük NDF içeriği ise ALB grubu silajlarda belirlenmiştir. Katkı maddesi ilavesi silaj NDF'si üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ($P<0,001$). Silajlarının NDF içeriğinde taze mısır hasılına göre (ALB grubu hariç) bir artış tespit edilmiştir. Bu artışın sebebi silajların KM içeriğinin düşük olması nedeni ile KM kayıplarına bağlanabilir. Çünkü silaj da oluşan KM kayıpları hücre duvarı bileşenlerini oransal olarak arttırabilmektedir (Pahlow, Muck ve Driehuis, 2003, Filya, 2007). Benzer bulgu, Altınçekiç ve Filya (2018)'nin çalışmasından da elde edilmiştir. Başlangıç materyalinin ADF içeriği %28,13 olarak belirlenen araştırmada, silajların ADF içerikleri %28,51–34,41 arasında değişmiştir. En yüksek ADF içeriği, ALB+Üre grubu silajlarda, en düşük ADF içeriği ise LB+Üre grubu silajlarda belirlenmiştir. Katkı maddesi ilavesi silaj ADF'si üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur. Silajlarının ADF içeriğinde taze mısır hasılına göre artış tespit edilmiştir ($P<0,001$) Taze mısırın HSEL içeriğinin %25,63 olarak belirlenen araştırmada, silajların HSEL içerikleri %21,45-31,24 arasında değişmiştir. En yüksek HSEL içeriği Kontrol grubu silajlarda, en düşük HSEL içeriği ise ALB grubu silajlarda belirlenmiştir. Katkı maddesi ilavesi silaj HSEL içeriğini önemli düzeyde düşürmüştür

($P < 0,001$). Silajların IVP sindirilebilirliği değerleri en düşük Kontrol grubunda %KM'de (88,68), en yüksek ise ALB+Üre (94,67) grubu silajlarda elde edilmiştir. Katkı maddesi ilavesi silajların IVP değerlerini önemli düzeyde arttırmıştır ($P < 0,001$).

4.2.1.10. Organik asit değerleri

Araştırmanın 75. gününe ilişkin muamele gruplarının AA, PA ve BA değerleri Çizelge 4.12 gösterilmiştir.

Fermantasyonun 75. gününde LA oranı, en düşük 16,37 g/kg KM ile Kontrol grubunda, en yüksek ise 364,85 g/kg KM olarak ALB+Üre ile muamele edilmiş mısır silajlarında tespit edilmiştir. Katkı maddesi ilavesi, silolama süresince silajların LA değerlerini önemli düzeyde arttırmıştır ($P < 0,001$). Mısır silajlarına inokule edilen *L. buchnerinin* silajların LA miktarında azalışa ve AA miktarında ise artışa neden olduğu bildirilmektedir (Nishino, Yoshida, Shiota ve Sakaguchi, 2004; Kleinschmit ve Kung, 2006; Hu, Schmidt, Mcdonell, Klingerman ve Kung 2009; Schmidt ve Kung 2010; Queiroz, Arriola, Daniel, Adesogan 2013; Drouin, Tremblay, Chaucheyras-Durand, 2019). Bu çalışmada da silajlara LB ilavesi Kontrol grubu silajlara göre LA asit oranının artmasına, AA oranının ise düşmesine neden olmuştur.

Çizelge 4.12. Fermantasyonun 75. gününde silajların organik asit analiz sonuçları

Muameleler	Parametreler			
	LA, g/kg KM	AA, g/kg KM	PA, g/kg KM	BA, g/kg KM
Kontrol	16,38±2,52e	7,69±0,59d	0,48±0,02a	0,00
LB	26,55±4,29d	9,14±0,21c	0,41±0,02bc	0,00
Üre	26,32±8,99d	10,96±0,56b	0,38±0,02c	0,00
LB+Üre	28,86±5,39c	13,12±0,13a	0,42±0,03b	0,00
ALB	31,59±10,70b	6,13±0,33e	0,34±0,01d	0,00
ALB+Üre	36,49±19,39a	4,46±0,11f	0,44±0,03b	0,00
P	<0,001	<0,001	<0,001	0,00

LB: *Lactobacillus buncheri*, ALB: Aktifleştirilmiş *Lactobacillus buncheri*, AA: Asetik asit, PA: Propiyonik asit, BA: Bütirik asit

Asetik asit, LA'den sonra silajda en yoğun bulunan asittir. Kaliteli bir silajda KM'de %1-3 arasında olması istenir (Kung, 2018). Asetik asit antifungal etkisi sayesinde silajların yemlemede kullanılmak üzere açıldığında yani silaja sınırsız bir hava girişi olduğunda, silajları bozulmaya karşı korumaya katkı sağlar. Ancak, çok yüksek AA varlığı; enterobakteri, clostridia

veya heterolaktik asit bakterilerinin baskın olduğu ve silaj KM'sinin düşük olduğu anlamına da gelir (McDonald, Henderson ve Heron, 1991). Bu araştırmada silajların AA içerikleri 4,46-13,12 g/kg KM aralığında belirlenmiştir. En düşük AA içeriği 4,46 g/kg KM ile ALB+Üre grubunda, en yüksek ise 13,12 g/kg KM olarak LB+Üre ile muamele edilmiş mısır silajlarında tespit edilmiştir. Katkı maddesi olarak LB, Üre ve LB +Üre ile muamele edilmiş silajların AA değerleri önemli düzeyde artmıştır ($P<0,001$).

Propiyonik asit bakterileri (PAB), silajda bulunan glikoz ve LA'ı kullanarak AA ve PA fermente ederler (Moon, 1983). Bu organizmalar normal silaj ortamında bulunan diğer mikroorganizmalar ile rekabet edemedikleri için az miktarlarda PA üretimi gerçekleşir (Kung ve Shaver, 2001). Bu araştırmada silajların PA içerikleri 0,34-0,48 g/kg KM aralığında değişmiştir. Katkı maddesi ilavesi silajların PA değerleri önemli düzeyde düşürmüştür ($P<0,001$). Tüm muamele gruplarında kaliteli bir silajdaki olması gereken PA miktarı (KM'de %0,1'den az) daha yüksek bulunmuştur (Kung, 2018).

Clostridia türü bakteriler silajlarda bulunan şekerleri ve organik asitleri fermente ederek BA üretirler ($2 LA \rightarrow 1 BA + 2 H_2 + 2 CO_2$) (McDonald, Henderson ve Heron, 1991). Dolayısıyla BA clostridial aktivitenin önemli bir göstergesidir (Heron, Edwards ve McDonald, 1986). Clostridia içeren silajların tipik özellikleri; yüksek BA (>5 g/kg KM) konsantrasyonunun yanı sıra, yüksek (pH >5), NH_3-N/TN (>120 g) ile düşük LA üretimidir (MacPherson ve Violante, 1966). Dolayısıyla fermantasyonun ilk günlerinde (1., 3. ve 7.) silajlardaki LA üretim hızının oldukça yüksek olması; bunun sonucunda da silajların pH'ının hızla düşmesi ($<3,88$), clostridial aktiviteyi engellemiş, sonuçta tüm silajlarda BA tespit edilmemiştir.

4.2.1.9. Aerobik stabilite

II. ürün mısır silajlarının 7 günlük aerobik stabilite analiz sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir.

II. ürün mısır silajlarında aerobik stabilitenin 7. gününde KM içerikleri %22,01-22,47 arasında değişim göstermiştir. En yüksek KM içeriği ALB grubu (%22,47) silajlarda elde edilirken, en düşük KM içeriği Kontrol grubu (%22,01) silajlarda elde edilmiştir. Katkı maddesi ilavesi muamele gruplarının KM içeriğinde istatistiksel anlamda bir fark yaratmamıştır ($P>0,05$).

Çizelge 4.13. Fermantasyonun 75. gününde açılan silajların 7 günlük aerobik stabilite analiz sonuçları

Muameleler	Parametreler			
	KM, %	pH	CO ₂ g/kg KM	Maya, kob/g KM
Kontrol	22,01±0,72	5,90±0,06b	85,03±3,03a	9,81±0,03a
LB	22,17±0,29	5,77±0,02b	79,72±0,98b	9,46±0,03b
Üre	22,20±0,68	5,54±0,21c	81,64±2,25b	9,41±0,03b
LB+Üre	22,09±0,38	6,31±0,15a	35,20±0,54d	9,34±0,02c
ALB	22,47±0,32	5,03±0,15d	58,74±0,49c	9,13±0,02d
ALB+Üre	22,34±0,78	5,08±0,07d	27,91±0,41e	9,07±0,03e
P	0,922	<0,001	<0,001	<0,001

LB: *Lactobacillus buncheri*, ALB: Aktifleştirilmiş *Lactobacillus buncheri*

II. ürün mısır silajlarında aerobik stabilitenin 7. gününde pH içerikleri 5,03-6,31 arasında değişim göstermiştir. En yüksek pH içeriği LB+Üre grubu (6,31) silajlarda elde edilirken, en düşük pH içeriği ALB grubu (5,03) silajlarda elde edilmiştir. Katkı maddesi ilavesi muamele gruplarının pH içeriğini (LB+Üre) grubu hariç kontrol silajlarına göre önemli derecede azaltmıştır ($P<0,001$).

II. ürün mısır silajlarında aerobik stabilitenin 7. gününde CO₂ içerikleri 27,91-85,03 g/kg KM arasında değişim göstermiştir. En yüksek CO₂ içeriği Kontrol grubu silajlarda elde edilirken, en düşük CO₂ içeriği ALB+Üre grubu silajlarda elde edilmiştir. Katkı maddesi ilavesi muamele gruplarının CO₂ içeriğini Kontrol silajlarına göre önemli derecede azaltmıştır ($P<0,001$). Heterofermantatif LAB inokulantlarının mısır silajının aerobik stabilitesini artırmasının temel nedeni, bu bakterilerin AA üretmesidir (Driehuis, Oude Elferink ve Spolestra, 1999). AA, aerobik süreçte istenmeyen mikroorganizmaların (maya ve küf vb) ortamda çoğalmalarını engelleyici etki göstererek silajların bozulmasını önlemektedir (Muck, 1996). Bu araştırmada özellikle LB silajların üre ile birlikte kullanımı AA konsantrasyonunu artırması, fermantasyon sırasında oluşan bu asidin ise mayalar üzerindeki baskılayıcı etkisini göstermesi, bunun sonucu olarak ta aerobik süreçte silajların CO₂ üretiminin düşmesi Driehuis, Oude Elferink ve Spolestra (1999)' nın bildirimleri ile uyumludur.

II. ürün mısır silajlarında aerobik stabilitenin 7. gününde maya içerikleri 9,07-9,81 kob/g KM arasında değişim göstermiştir. En yüksek maya içeriği Kontrol grubu silajlarda elde edilirken, en düşük maya içeriği ALB+Üre grubu silajlarda elde edilmiştir. Silajda, LA her ne

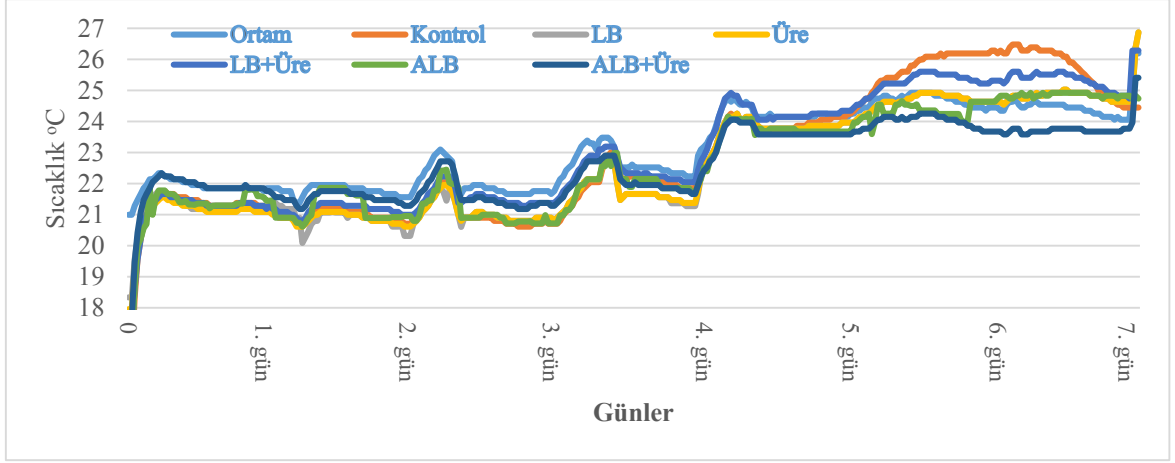
kadar tercih edilen bir son ürün olsada, AA'in maya ve küfler üzerindeki inhibitör etkisi daha fazla olduğundan, *L. buchneri* gibi AA üreten ^{het}LAB inokulantlarının aerobik stabiliteyi geliştirmesi daha muhtemeldir (Weinberg, Ashbell, Hen, Azrieli, Szakacs ve Filya, 2002; Filya, 2003a,b). Katkı maddesi ilavesi muamele gruplarının maya içeriğini Kontrol grubu silajlarına göre önemli derecede azaltmıştır. Özellikle ALB ile muamele edilmiş silajların maya değerleri daha düşük tespit edilmiştir (P<0,001).

Çizelge 4.14. II. ürün mısır silajlarının aerobik stabilite süresince sensör verilerine ilişkin ortalama değerler °C

Muameleler	Parametreler			
	Aerobik bozulma (saat)	Sıcaklık Max	Sıcaklık Min	Sıcaklık Ort
Kontrol	132	28,25	18,33	23,02
LB	>168	26,88	17,28	22,59
Üre	>168	26,88	17,95	22,58
LB+Üre	>168	26,49	16,33	22,90
ALB	>168	24,93	17,00	22,62
ALB+Üre	>168	26,10	17,67	22,62

LB: *Lactobacillus buncheri*, ALB: Aktifleştirilmiş *Lactobacillus buncheri*

II. ürün mısır silajlarının 7 günlük aerobik stabilite dönemi süresince sensör verilerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.12'de verilmiştir. Sensör verilerine ilişkin veriler değerlendirildiğinde aerobik bozulmanın sadece Kontrol grubu silajlarda 132. saatte tespit edilmiştir. Silajlara katkı maddesi ilavesi silajların aerobik stabilitesini olumlu yönde etkilememiştir (Şekil 4.10). Heterofermantatif LAB inokulantlarının mısır silajının aerobik stabilitesi üzerindeki etkileriyle ilgili olarak bu araştırmadan elde edilen bulgular, benzer konuda yapılan araştırma sonuçlarıyla da uyumlu bulunmuştur (Oude-Elferink, Driehuis, Gottschal ve Spoelstra; Ranjit, Kung, Robinson ve Kreikemeier, 1999; Filya, Sucu ve Karabulut, 2006). Ayrıca Kung, Schmidt, Ebling ve Hu (2007) *L. buchneri* kullandıkları mısır silajını (73 saat) kontrol grubundan (37 saat) aerobik olarak daha dayanıklı bulmuşlardır.



Şekil 4.10. Aerobik stabilite süresince silajların sensör verilerine ilişkin ortalama değerler



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada silolama öncesi aktiveştirilen *L. buchneri* inokulantının II. ürün mısır silajına üre ile ilavesi edilmesi silaj fermantasyonunu ve aerobik stabiliteyi olumlu yönde etkilemiştir. *L. buchneri* aktiveştirilmesi silajların HP, LA değerlerini artırırken, silajların AA, PA, pH, NDF, ADF ve maya içeriklerinin düşmesine sebep olmuştur. Silajlara ALB+ Üre ilave edilmesi silajların aerobik stabilitelerinin gelişmesini sağlamıştır. Sonuç olarak *L. buchneri*'nin aktiveştirilmesi ve üre ile kullanılması mısır silajlarının fermantasyon profili, kimyasal bileşimini ve aerobik stabilitesini iyileştirmek amacı ile kullanılabilir.



6. KAYNAKLAR

- Acosta Aragón, Y., Jatkauskas, J. ve Vrotniakiene, V. (2012). The effect of a silage inoculant on silage quality, aerobic stability, and meat production on farm scale. *ISRN Vet. Sci.*, 1–6.
- Adams, R.S. (1994). Penn State Professor Emeritus of Dairy Science, for Use in Forage and Feed-Testing Schemes. Revised.
- Akyıldız, R. (1984). Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:859, 236, Ankara.
- Altınçekiç, E. ve Filya, İ. (2018). Effect of using bacterial inoculant and organic acid on the aerobic stability and feed value of small bale maize silages containing low dry matter. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6 (7): 887-892.
- Anonim, (1986). The Analysis of Agricultural Material, Reference Book: 427, 428 p, London.
- Anonim, (2005). SAS® User's Guide: Statistics. Version 6. SAS Institute. Cary. NC. USA.
- Ashbell, G., Weinberg, Z.G., Azrieli, A., Hen, Y. ve Horev, B. (1991). A simple system to determine the aerobic determination of silages. *Can. Agric. Eng.*, 33: 391–395.
- Aufrere, J., Cartailier, D. (1988). Mise au point d'une methode de laboratoire de prevision de la degradabilite des proteines alimentaires des aliments concentres dans le Rumen. *Ann. Zootech.*, 37: 255-270.
- Bal, M. A., Coors, J. G. ve Shaver R.D. (1996). Impact of maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion, an milk production. *J. Dairy Sci.*, 80: 2497–2503.
- Barmaki, S., Alamouti, A. A., Khadem, A. A. ve Afzalzadeh, A. (2018). Effectiveness of chopped lucerne hay as a moisture absorbent for low dry-matter maize silage: Effluent reduction, fermentation quality and intake by sheep. *Grass Forage Sci.*, 73: 406–412.
- Basmacıoğlu, H. ve Ergül, M. (2002). Silaj mikrobiyolojisi. *Hayvansal Üretim*, 43 (1): 12– 24.
- Berger, L.L., Fahey Jr., G.C., Bourguin, L.D., Titgemeyer, E.C. (1994). Modification of Forage Quality after Harvest. In Fahey, Jr., G.C. (Ed.) Forage Quality Evaluation and Utilization. American, Society of Agronomy Inc. Lincoln.
- Bernardes, T.F., Daniel, J.L.P., Adesogan, A.T., McAllister, T.A., Drouin, P., Nussio, L.G., Huhtanen, P., Tremblay, G.F., Bélanger, G. ve Cai, Y. (2018) Silage review: Unique challenges of silages made in hot and cold regions *J. Dairy Sci.* 101(5): 4001–4019.
- Cai, Y. (1999). Identification and characterization of Enterococcus species isolated from forage crops and their influence on silage fermentation. *Journal of Dairy Science*, 82: 2466-2471.
- Chen, J., Stokes, M.R. ve Wallace, C.R., (1994). Effects of Enzyme – Inoculant Systems on Preservation and Nutritive Value of Hay Crop and Corn Silage, *J. Dairy Sci.*, 77: 501-512.
- Close, W. ve Menke, K.H. (1986). Selected Topics in Animal Nutrition Universitat, Pp; 170+85, Hohenheim.

- Contreras-Govea, F. ve Muck R. (2006). Microbial inoculants for silage. Focus on Forage. Vol 8, No. 4. University of Wisconsin, Madison. Danner H, Holzer M, Mayrhuber E, Braun R. (2003) Effect of acetic acid on the aerobic stability of silages. *Appl. Environ. Microbiol.* 69(1): 562–567.
- Çayıroğlu, H., Coskun, İ. ve Şahin, A. (2016). Silajın Aerobik Stabilesini Etkileyen Faktörler ve İyileştirme Stratejileri. *Alınteri Dergisi*, 31(B): 91-97.
- Denek, N., Aydın, S. S. ve Can, A. (2017). The effects of dried pistachio (*Pistachio vera L.*) by-product addition on corn silage fermentation and in vitro methane production. *Journal of Applied Animal Research*, 45(1), 185-189.
- Driehuis, F. ve Oude Elferink, S.J.W.H. (2000). The impact of the quality of silage on animal health and food safety: A review. *Vet. Quart.* 22(4): 212-217.
- Driehuis, F., Oude Elferink, S.J.W.H. ve Spolestra, S.F. (1999) Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. *J. Appl. Microbiol.* 87(4): 583–594.
- Driehuis, F., Oude Elferink, S.J.W.H. ve Van Wikselaar, P.G. (2001) Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. *Grass Forage Sci.* 56(4): 330–343.
- Drouin, P., Tremblay, J. ve Chaucheyras-Durand, F. (2019). Dynamic succession of microbiota during ensiling of whole plant corn following inoculation with *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus hilgardii* alone or in combination. *Microorganisms*. 7(12): 595-616.
- Dunièrea, L., Sindoub, J., Chaucheyras-Durand, F., Chevallerd, I. ve Thévenot Sergenteta, D. (2013). Silage processing and strategies to prevent persistence of undesirable microorganisms. *Animal Feed Science and Technology*., 182: 1– 15.
- Duru, A.A. ve Kaya, Ş. (2016). Farklı oranlardaki zeytin posası-mısır hasılı karışımlarının silaj kalitesinin belirlenmesi. *Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(12): 1201-1206.
- Efe, E., Bek, Y. ve Şahin, M. (2000). SPSS’te çözümleri ile istatistik yöntemler II. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü Yayınları, Kahramanmaraş, 223s.
- Filya, I. (2000). Silaj fermantasyonunda katkı maddeleri kullanımı. *Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*. 15:3, 118-125.
- Filya, I. (2003a). The effect of *lactobacillus buchneri* and *lactobacillus plantarum* on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages. *Journal of Dairy Science*, 86 (11), 3575-3581.
- Filya, I. (2003b). 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. *Journal of Applied Microbiology*, 95: 1080- 1086.
- Filya, I., Sucu, E. ve Karabulut, A. (2006). The effect of *lactobacillus buchneri* on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of maize silage. *J. Appl. Microbiol.* 101: 1216–1223.

- Filya, I., Sucu, E., Karabulut, A. (2006). The effect of *lactobacillus buchneri* on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of maize silages. *Journal of Applied Microbiology*, 101:1216-1223.
- Filya, İ. (2000). Silaj Kalitesinin Arttırılmasında Yeni Gelişmeler. International Animal Nutrition Congress'2000, 243-250 s, Isparta.
- Filya, İ. (2001a). Laktik asit bakteri ve laktik asit bakteri+enzim karışımı silaj inokulantlarının mısır silajı üzerine etkileri. *Turk J Vet Anim Sci*. 679-687.
- Filya, İ. (2001b). Silaj Teknolojisi. Hakan Ofset, İzmir.
- Filya, İ. (2002). Laktik asit bakteri inokulantlarının mısır ve sorgum silajlarının fermentasyon, aerobik stabilite ve *in situ* rumen parçalanabilirlik özellikleri üzerine etkileri. *Turk J. Vet. Anim Sci*. 26: 815–823.
- Filya, İ. (2007). Ülkemizde Silaj Yapımı ve Silaj Kalitesinin Arttırılma Yolları. *Yem Magazin*, Mart, 2007, 47:37-44.
- Filya, İ. (2014). Silaj Yapımı, Teknoloji ve Kullanımı. Süttaş Süt Hayvancılığı Eğitim Merkezi Yayınları No: 2, İstanbul.
- Filya, İ., Muck, R.E. ve Contreras-Govea, F.E. (2007). Inoculant effects on alfalfa silage: fermentation products and nutritive value. *Journal of Dairy Science*, 90: 5108–5111.
- Filya, İ., Sucu, E., Hanoğlu, H. (2004). Mısır silajına katılan ürenin silaj fermentasyonu, aerobik stabilite, rumen parçalanabilirliği ve kuzuların besi performansı üzerine etkileri. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*. 10, 258-262.
- Heron, S.J.E., Edwards, R.A. ve McDonald, P. (1986). Changes in the nitrogenous components of gamma irradiated and inoculated ensiled ryegrass. *J. Sci. Food Agric*. 37: 979–985.
- Holzer, M., Mayrhuber, E., Danner, H. ve Braun, R. (2003). The role of *lactobacillus buchneri* in forage preservation. *Trends in Biotechnol*. 21(6): 282–287.
- Hu, W., Schmidt, R. J., Mcdonell, E. E., Klingerman, C. M. ve Kung Jr, L. (2009). The effect of *lactobacillus buchneri* 40788 or *lactobacillus plantarum* MTD-1 on the fermentation and aerobic stability of corn silages ensiled at two dry matter contents. *Journal of Dairy Science*, 92(8), 3907-3914.
- Jones, L.R. (2019) *L. buchneri*: The rest of the story. American Farm Products, Inc. Erişim adresi: http://afpltd.net/wp-content/uploads/2018/02/L.BUCHNERI_rest-of-the-story-V4.pdf Erişim tarihi: 10.9.2021.
- Kavut, Y. T. ve Soya, H. (2012). An investigation on the silage quality characteristics of some maize (*Zea mays* L.) cultivars under aegean region conditions. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(3): 223-227.
- Keles, G. ve Yazgan, O. (2011). Fermentation characteristics of maize silages ensiled with lactic acid bacteria and the effect of inoculated baled maize silages on lamb performance. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg*. 17(2): 229-234.
- Kızıllı, M., Erol, A., Ertekin, İ., Dönmez, R. ve Katrancı, B. (2016). Silaj mikroflorasının birbirleri ile ilişkileri, silaj fermentasyonu ve kalitesi üzerine etkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 19(2):136-140.

- Kleinschmit, D. H. ve Kung Jr, L. (2006). The effects of *lactobacillus buchneri* 40788 and *pediococcus pentosaceus* R1094 on the fermentation of corn silage. *Journal of Dairy Science*, 89 (10), 3999-4004.
- Koç, F. ve Coşkuntuna, L. (2003). Silo Yemlerinde Organik Asit Belirlemede İki Farklı Metodun Karşılaştırılması. *Hayvansal Üretim*, 44 (2): 37-47.
- Kristensen, N.B., Sloth, K.H., Højberg, O., Spliid, N.H., Jensen, C. ve Thøgersen, R. (2010). Effects of microbial inoculants on corn silage fermentation, microbial contents, aerobic stability, and milk production under field conditions. *J. Dairy Sci.* 93(8): 3764– 3774.
- Kung Jr., L., Shaaver, R.D., Grant, R.J. ve Schmidt, R.J. (2018). Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*, 101 (5), 4020-4033.
- Kung, Jr, L., Taylor, C.C., Lynch, M. P. ve Neylon, J. M. (2003). The effect of treating alfalfa with *lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86 (1), 336-343.
- Kung, L. (2008). Silage fermentation end products and microbial populations: their relationships to silage quality and animal productivity. Annual Conference of the American Association of Bovine Practitioners, Sept 25-27, Charlotte, NC.
- Kung, L. JR., Schmidt, R.J., Ebling T.E. ve Hu, W. (2007). The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of ground and whole high-moisture corn. *J. Dairy Sci.* 90: 2309–2314.
- Kung, L. ve Shaver, R. (2001). How Good Is Your Silage Making? *Hoard's Dairman*. 146:597.
- Li, Y. ve Nishino, N. (2011). Effects of inoculation of *lactobacillus rhamnosus* and *lactobacillus buchneri* on fermentation, aerobic stability and microbial communities in whole crop corn silage. *Grassl Sci.* 57, 184–191.
- MacPherson, H.T. ve Violante, P. (1966). Ornithine, Putrescine and Cadaverine in Farm Silage. *J. Sci. Food Agric.* 17: 124–127.
- McDonald, P., Henderson, N. ve Heron, S. (1991). *The Biochemistry of Silage*. Second ed., Chalcombe Publications, Marlow.
- Meeske, R. ve Basson, H.M. (1998). The effects of a lactic acid bacteria inoculant on maize silage. *Animal Feed Science and Technology*, 70: 239-247.
- Merensalmi, M. ve Virkki, M. (1991) The role of enzymes in the preservation and utilization of forage. Proceedings of 5th International Symposium on Forage Preservation, Nitra, January 1991, 43-46.
- Messi, P., Bondi, M., Sabia, C., Batini, R. ve Manicardi, G. (2001). Detection and preliminary characterization of a bacteriocin (plantaricin 35d) produced by a *lactobacillus plantarum* strain. *International Journal of Food Microbiology*, 64:193- 198.
- Moon, N.J. (1983). Inhibition of the growth of acid tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mixtures. *J. Appl. Microbiol.* 55(3): 453-460.
- Muck, R. E., Filya, I. ve Contreras-Govea, F.E. (2007). Inoculant effects on alfalfa silage: *in vitro* gas and volatile fatty acid production. *Journal of Dairy Science*, 90: 5115– 5125.

- Muck, R. E., Nadeau, E. M. G., McAllister, T. A., Contreras-Govea, F. E., Santos, M. C. ve Kung, L. Jr. (2018). Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. *Journal of Dairy Science*, 101: 3980–4000.
- Nishino, N., Yoshida, M., Shiota, H. ve Sakaguchi, E. (2003) Accumulation of 1,2-propanediol and enhancement of aerobic stability in whole crop maize silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*. *J. Appl. Microbiol.* 94(5): 800-807.
- Oladosu, Y., Rafii, M. Y., Abdullah, N., Magaji, U., Hussin, G., Ramli, A. ve Miah, G. (2016). Fermentation quality and additives: a case of rice straw silage. *Biomed Research International*, 2016:1-14.
- Ondarza, M. B. (2000). Silage production. <http://milkproduction.com/Library/Scientificarticles/Nutrition/Silage-production/>, (Erişim tarihi:14.07.2019).
- Oude-Elferink, S.J.W.H., Krooneman, J., Gottschal, J.C., Spoelstra, S.F., Faber, F. ve Driehuis, F. (2001). Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1,2 propanediol by *Lactobacillus buchneri*. *Appl. Environ. Microbiol.* 67: 125–132.
- Ozduven, M.L., Kursun Onal, Z. ve Koc, F. (2010). The effects of bacterial inoculants and/or enzymes on the fermentation, aerobic stability and *in vitro* dry and organic matter digestibility characteristics of triticale silages. *The Journal of the Faculty of the Veterinary Medicine University of Kafkas*, 16 (5): 751-756.
- Özdüven, M.L., Koç, F., Polat, C., Coşkuntuna, L., Başkavak, S. ve Şamlı H.E. (2009). Bazı mısır çeşitlerinde vejetasyon döneminin silolamada fermantasyon özellikleri ve yem değeri üzerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(2): 121-129.
- Pahlow, G., Muck, R. E. ve Driehuis, F. (2003). Microbiology of ensiling. In: Buxton, D.R., Muck, R.E.; Harrison, J.H. (Eds.) *Silage science and technology*: Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, p. 31-93.
- Phipps, R. H., Sutton, J. D., Beaver, D.E. ve Jones, A. K. (2000). The effect of crop maturity on the nutritional value of maize silage for lactating dairy cows. 3. Food intake and milk production. *Anim. Sci.*, 71(2): 401–409.
- Playne, M.J. ve McDonald, P. (1966). The Buffering Constituent of Herbage and of Silage, *J. Sci. Food. Agric.*, 17:264-268.
- Polat, C., Koç, F. ve Özdüven, M.L. (2005). Mısır silajında laktik asit bakterisi ve laktik asit bakterisi+enzim karışımı inokulantların fermantasyon ve toklularda ham besin maddelerinin sindirilme dereceleri üzerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 2(1): 13–22.
- Queiroz, O.C.M., Arriola, K.G., Daniel, J.L.P., Adesogan, A.T. (2013). Effects of 8 chemical and bacterial additives on the quality of corn silage. *J. Dairy Sci.* 96(9): 5836–5843.
- Rabelo, C.H.S., Rezende, A.V., Rabelo, F.H.S., Basso, F.C., Härter, C.J. ve Reis, R.A. (2015). Chemical composition, digestibility and aerobic stability of corn silages harvested at different maturity stages. *Revista Caatinga*, 28(2):107-116.

- Rabelo, C.H.S., Rezende, A.V.D., Nogueira, D.A., Rabelo, F.H.S., Simone Silvia, S., Vieira, P.D.F. ve Carvalho, A. (2012). Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de milho inoculadas com bactérias ácido-láticas em diferentes estádios de maturidade. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 13(3), 656- 668.
- Ranjit, N.K. ve Kung, Jr L. (2000) The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *J. Dairy Sci.* 83(3): 526–535.
- Ranjit, N.K., Kung, L. JR., Robinson, J.M. ve Kreikemeier, K.K. (1999). Moderate to high levels of *lactobacillus buchneri* markedly improve the aerobic stability of corn silage. *J. Dairy Sci.* 82 (Suppl.1): 125. (Abstr.).
- Santos, E.M., Zanine, A.M., Ferreira, D.J., Oliveira, J.S., Penteadó, D.C.S. ve Pereira, O.G. (2008). Activated inoculant improves Tanzania grass (*Panicum maximum*) silage. *Arch. Zootec.* 57, 35–42.
- Schmidt, R.J. ve Kung, Jr. L. (2010) The effects of *lactobacillus buchneri* with or without a homolactic bacterium on the fermentation and aerobic stability of corn silages made at different locations. *J. Dairy Sci.* 93(4): 1616–1624.
- Seale, D.R., Pahlow, G., Spoelstra, S.F., Lindgren, S., Dellaglio, F., Lowe, J.F (1990). Methods for The Microbiological Analysis of Silage, Proceeding of The Eurobac Conference, 147. Uppsala.
- Shao, T., Zhang, Z.X., Shimojo, M., Wang, T. ve Masuda, Y. (2005). Comparison of fermentation characteristics of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum Lam.*) and guineagrass (*Panicum maximum Jacq.*) during the early stage of ensiling. *Asian Austr. J. Anim. Sci.*, 18: 1727–1734.
- Storm, I.M.L.D., Kristensen, N.B., Raun, B.M.L., Smedsgaard, J. ve Thrane, U. (2010). Dynamics in the microbiology of maize silage during whole-season storage. *J. Appl. Microbiol.*, 109: 1017–1026.
- Sucu, E (2009). Laktik asit bakteri inokulantlarının mısır silajının fermantasyon ve aerobik stabilite özellikleri ile rumen ekolojisi üzerine etkileri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 134s.
- Sucu, E.ve Filya, I. (2006). Effects of homofermentative lactic acid bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability characteristics of low dry matter corn silages. *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 30: 83-88.
- Supelco, (1998). Solid phase microextraction: Solventless sample preparation for monitoring flavor compounds by capillary gas chromatography. Bulletin 869A. Bellefonte, PA.
- Tabacco, E., Piano, S, Revello-Chion, A. ve Borreani, G. (2011) Effect of *Lactobacillus buchneri* LN4637 and *Lactobacillus buchneri* LN40177 on the aerobic stability, fermentation products, and microbial populations of corn silage under farm conditions. *J. Dairy Sci.* 94(11): 5589–5598.
- Türemiş, A., Kızıllı, M., Kızıllı, S., İnal, İ., Sağlamtimur, T. (1997). Bazı katkı maddelerinin çukurova koşullarında yetiştirilebilen bazı yazlık yem bitkileri ve karışımlarından yapılan silajlar üzerine etkilerinin saptanması üzerinde bir araştırma. Türkiye 1. Silaj Kongresi. Hasad Yayıncılık, 166-175.

- Van Soest, P.J., Robertson, J.D. ve Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583-3597.
- Vissers, M., Driehuis, F., Te Giffel, M., De Jong, P. ve Lankveld, J. (2006). Improving farm management by modeling the contamination of farm tank milk with butyric acid bacteria. *J. Dairy Sci.*, 89: 850–858.
- Weinberg, Z.G., Ashbell, G., Hen, Y., Azrieli, A., Szakacs, G. ve Filya, I. (2002). Ensiling whole-crop wheat and corn in large containers with *lactobacillus plantarum* and *lactobacillus buchneri*. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.*, 28: 7-11.
- Weinberg, Z.G., Muck, R.E. (1996). New Trends and Opportunities in the Development and Use of Inoculants for Silage. *FEMS Microbiol. Rev.* 19: 53– 68.
- Weiss, B. (2019). Feeding high ash forages. <https://www.forages.osu.edu/news/feedinghigh-ash-forages> - (05.10.2020).
- Woolford, M.K. (1984). The chemistry of silage. In: The silage fermentation. New York: Marcel Decker. pp. 71–132.
- Yitbarek, M.B. ve Tamir, B. (2014). Silage additives: review. *Open Journal of Applied Science*, 4: 258-274.