



## Effects of Inoculation Preactivated *Lactobacillus buchneri* and Urea on Fermentation and Aerobic Stability Characteristics of Corn Silage

Caner Bağcık<sup>1,a</sup>, Berrin Okuyucu<sup>1,b</sup>, Fisun Koç<sup>1,c\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Namık Kemal University, 59030 Tekirdağ, Türkiye

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 15/05/2022 Accepted : 19/02/2023</p> <p><b>Keywords:</b> Corn silage Urea <i>Lactobacillus buchneri</i> Fermentation Aerobic Stability</p>	<p>This study was designed to determine the effects of the addition of <i>Lactobacillus buchneri</i> (NCIMB 40788 - CNCM I-4323; Lalsil AS, Lallemand Inc., Canada) 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- <i>Lactobacillus buchneri</i> (LB), <math>3 \times 10^8</math> cfu/g fresh material; 3- Urea, 1% of dry matter; 4- <i>Lactobacillus buchneri</i> + Urea (LB+Urea); 5- Activated <i>Lactobacillus buchneri</i> (aLB), <math>3 \times 10^8</math> cfu/g fresh material; 6- Activated <i>Lactobacillus buchneri</i> + 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 1<sup>st</sup>, 3<sup>rd</sup>, 7<sup>th</sup>, 14<sup>th</sup> and 75<sup>th</sup> days of fermentation. The aerobic stability test was applied to the silages opened on the 75<sup>th</sup> day for 7 days. In this study, the addition of <i>Lactobacillus buchneri</i> inoculant and urea activated before ensiling positively affected the fermentation and aerobic stability of corn silages. While it increased the crude protein (CP), lactic acid (LA) values of the silages in the aLB group, it caused a decrease in the acetic acid (AA), propionic acid (PA), pH, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), hemicellulose (HCEL) and yeast contents. Adding aLB+ Urea to silages improved the aerobic stability of silages. As a result, the combined use of activated <i>Lactobacillus buchneri</i> and urea can improve the fermentation profile, chemical composition, and aerobic stability of corn.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 11(3): 431-438, 2023

## Mısır Silajının Fermantasyon, Aerobik Stabilite Özellikleri Üzerine Aktifleştirilen *Lactobacillus buchneri* ve Üre İlavesinin Etkileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 15/05/2022 Kabul : 19/02/2023</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Mısır silajı Üre <i>Lactobacillus buchneri</i> Fermantasyon Aerobik stabilite</p>	<p>Bu çalışma, silolama öncesi aktifleştirilen <i>Lactobacillus buchneri</i> (NCIMB 40788 - CNCM I-4323; Lalsil AS, Lallemand Inc., Canada) 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- <i>Lactobacillus buchneri</i> (LB), <math>3 \times 10^8</math> kob/g taze materyal; 3- Üre (Üre), %1 kuru madde; 4- <i>Lactobacillus buchneri</i> + Üre (LB+Üre); 5- Aktive edilen <i>Lactobacillus buchneri</i> (aLB), <math>3 \times 10^8</math> kob/g taze materyal; 6- Aktive edilen <i>Lactobacillus buchneri</i> + 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 <i>Lactobacillus buchneri</i> inokulantı ve üre ilavesi mısır silajlarının fermantasyonun ve aerobik stabilitesini olumlu yönde etkilemiştir. aLB grubundaki silajların ham protein (HP), laktik asit (LA) değerleri artarken, asetik asit (AA), propiyonik asit (PA), pH, nötral çözücülerde çözünmeyen lif (NDF), asit çözücülerde çözünmeyen lif (ADF), hemiselüloz (HSEL) ve maya içerikleri ise düşmüştür. Silajlara aLB+ Üre ilave edilmesi silajların aerobik stabilitelerinin gelişmesini sağlamıştır. Sonuç olarak aktifleştirilen <i>Lactobacillus buchneri</i> ve ürenin birlikte kullanılması mısırın fermantasyon profili, kimyasal bileşimini ve aerobik stabilitesini iyileştirebilir.</p>

<sup>a</sup> [canerbagcik@gmail.com](mailto:canerbagcik@gmail.com) <https://orcid.org/0000-0002-7309-4656>

<sup>c</sup> [fkoc@nku.edu.tr](mailto:fkoc@nku.edu.tr)

<https://orcid.org/0000-0002-5978-9232>

<sup>b</sup> [berrinokuyucu25@hotmail.com](mailto:berrinokuyucu25@hotmail.com) <https://orcid.org/0000-0001-8322-5050>



## Giriş

Silolama yeteneği dikkate alındığında mısır (*Zea mays L.*), yüksek kuru madde (KM), yeterli suda çözünabilir karbonhidrat (SÇK) içeriği, düşük tamponlama kapasitesi ve yüksek sindirilebilirliği nedeniyle tüm Dünyada ve ülkemizde en yaygın kullanılan silaj materyalidir (McDonald ve ark., 1991). Ülkemizde I. ve II. ürün (sulanan alanlarda) olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır. Özellikle II. ürün olarak üretiminin yapıldığı bölgelerde hasat zamanının yağışların arttığı ekim ve kasım aylarına gelmesi nedeniyle silaj için ideal olan %30-35 KM' ye ulaşamamakta ve çoğunlukla %23-25 KM ile silolanmaktadır (Okumuş, 2021). Bu durum, silo suyu çıkışında artış ve beraberinde çevre kirliliğine, silajın besin değerinde azalmaya, aynı zamanda aerobik stabilite açısından da sorunlara neden olmaktadır (Gebrehanna ve ark., 2014).

Mevcut sorunları en aza indirmek için katkı maddesi kullanımı, alternatif bir seçenek olarak görülmektedir. Silaj fermentasyonunda katkı maddeleri kullanımı yaygın bir uygulama olup bu amaçla kullanılan çok sayıda biyolojik ve kimyasal ürün bulunmaktadır. Söz konusu ürünler genel olarak fermentasyon etkinliği ve aerobik stabiliteyi geliştirmek, hijyenik riskleri en aza indirmek için kullanılırlar (Altınçekiç ve Filya, 2018). Heterofermantatif laktik asit bakterisi (LAB) olan *Lactobacillus buchneri*'nin maya ve küf üremesini durdurduğu ilk olarak 1995 yılında ortaya çıkarılmış, 1996 yılında da silajlarda kullanılması önerilmiştir (Holzer ve ark., 2003). *Lactobacillus buchneri*, asetik asit (AA) ve ayrıca bitki hücre duvarını enzimatik hidrolizle zayıflatabilen bir enzim olan ferrulik asit esteraz üreterek, suda çözünabilir karbonhidrat (SÇK)'nin silaj fermentasyon kullanılabilirliğini artırır (Santos, ve ark., 2008). *Lactobacillus buchneri*'nin AA üretimini arttırarak, maya ve küf oluşumunu engellediği ve silajın aerobik stabilitesini arttırdığı birçok araştırmada da belirtilmektedir (Weiss ve ark., 2016; Koc ve ark., 2017; Muck ve ark., 2018; Pinto ve ark., 2020).

Mısır silajlarının yüksek SÇK kapsamı, silaj pH'sının çok kısa sürede 3,8'in altına düşmesi sonucu yüksek oranda oluşan laktik asit (LA), maya gelişimine ortam hazırlar. Aerobik stabilite döneminde fakültatif anaerobik olan mayalar artan şekerleri ve laktatı özümseyerek aerobik bozulmayı başlatırlar. Silaj fermentasyon sürecinden kaynaklanan kayıpları azaltmak, aerobik stabiliteyi iyileştirmek için bakteriyel inokulantlar ile üre ilavesinin mısır silajlarında kullanımında olumlu sonuçlar alınmıştır (Nsereko ve ark., 2008; Fernandes ve ark., 2009; Araki ve ark., 2017; Vieira ve ark., 2017). Üre çok güçlü bir antifungal etkiye sahip olduğu için silajlarda pH'yı yükselterek mayaların gelişimini sınırlandırır. Silolanmış materyalin pH'nın optimal bir aralıkta tutulması ise heterofermantatif LAB'ni, AA üretmeye teşvik eden bu mikroorganizmaların gelişimini destekleyebilir (Neumann ve ark., 2010).

Bu çalışmada, 24 saat önce sakkaroz içeren yağsız süt ile silolama öncesi aktifleştirilen *Lactobacillus buchneri* inokulantının II. ürün mısır silajına üre ile ilavesinin fermentasyon ve aerobik stabilite üzerine etkileri değerlendirilmiştir.

## Materyal ve Yöntem

### Silaj Materyali ve Silajların Hazırlanması

Araştırma materyalini kasım ayında hasat edilmiş olan ikinci ürün Pioneer 32K61 mısır (*Zea mays L.*) oluşturmuştur. Mısır süt olum döneminde hasat edilmiş ve silaj makinesinde yaklaşık 1,5-2,0 cm boyutlarında

parçalanmıştır. Parçalanmış materyaller 10'ar kg'lık 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 ilavesinden sonra silaj örnekleri her muamele grubunda 3'er tekerrür olmak üzere 250 × 400 mm ebatlarında; oksijen geçirgenliği 41 (cc/m<sup>2</sup>/gün) ve CO<sub>2</sub> geçirgenliği 160 (cc/m<sup>2</sup>/gün) olan polietilen torbalara (Petkim, İzmir, Türkiye) vakumlanarak doldurulmuş ve 1, 3, 7, 14 ve 75 gün süre ile (22±2°C) laboratuvar ortamında fermentasyona bırakılmıştır.

### Silaj Katkı Maddeleri

Araştırmada katkı maddesi olarak bir heterofermantatif LAB inokulantı (NCIMB 40788-CNCM I-4323; Lalsil AS, Lallemand Inc., Canada) ve üre kullanılmıştır. İnokulant firma önerisi doğrultusunda silajlara 3×10<sup>8</sup> kob/g olacak şekilde ilave edilmiştir. Silolama öncesi aktifleştirilecek inokulant ise %10 yağsız süte sakkaroz ilave edilerek 24 saat bekletilmiş ve bu şekilde kullanılmıştır (Santos ve ark., 2008). Üre (%46N) ilavesi ise materyalin KM içeriği dikkate alınarak %1 olacak şekilde 100 ml distile suda çözündürülerek silaj materyaline ilave edilmiştir.

### Kimyasal ve Mikrobiyolojik Analizler

Fermentasyonun 1., 3., 7., 14., 75. gününde açılan örnekler üzerinden, kuru madde (KM), pH, ham protein (HP), ham kül (HK) içerikleri Akyıldız (1984)'e göre, amonyağa bağlı nitrojen (NH<sub>3</sub>-N), SÇK analizleri Anonim (1986), LA analizleri Koç ve Coşkuntuna (2003) tarafından bildirilen yöntemler doğrultusunda yapılmıştır. Başlangıç materyalinin Bc (tamponlama kapasitesi) Playne ve McDonald (1966)'a göre belirlenmiştir. Silaj örneklerinin Supelco (1998)'e göre AA, propiyonik asit (PA) ve bütirik asit (BA) içerikleri; Aufrere ve Cartailier (1988)'e göre *in vitro* protein sindirilebilirliği (IVPS) tespit edilmiştir. Nötral çözücülerde çözünmeyen lif (NDF) ve asit çözücülerde çözünmeyen lif (ADF) içerikleri Van Soest ve ark. (1991)'na göre belirlenirken, hemiselüloz (HSEL) içerikleri hesap yolu ile (HSEL = NDF-ADF) belirlenmiştir. Yetmiş beşinci gün sonrası açılan silajlara 7 günlük aerobik stabilite testi uygulanmıştır (Ashbell ve ark., 1991). Ayrıca aerobik stabilite döneminde silaj örneklerindeki sıcaklık değişimleri ve ortam sıcaklığı 30 dakikada bir 7 gün süreyle (hobo pentant data logger) takip edilmiştir (Chen ve ark., 1994).

Silajların LAB, maya ve küf yoğunluğunun belirlenmesinde Seale ve ark., (1990)'nın önerdiği yöntem kullanılmıştır.

### İstatistik Analizler

Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde varyans analizi, gruplar arası farklılığın belirlenmesinde ise Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Efe ve ark., 2000).

## Bulgular ve Tartışma

### Başlangıç Materyaline İlişkin Bulgular

Mısır silajının başlangıç materyaline ilişkin kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. II. ürün mısır bitkisinin pH, Bc değeri, KM, KM, içindeki HP, SÇK, NDF, ADF, HSEL, LAB ve maya içerikleri

sırasıyla 5,63, 280,65 meq NaOH/kg KM, %23,70, %7,81, 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.

### **Silajlarının Fermantasyon Özellikleri ile İlgili Bulgular**

Mısır silajlarının fermantasyonun 1., 3., 7., 14. ve 75. günlerine ilişkin KM, pH, HP, NH<sub>3</sub>-N/TN, SÇK ve LA analiz sonuçları Çizelge 2’de sunulmuştur. 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 yapılan benzer çalışmalarda, Filya ve ark. (2006) ile Kleinschmit ve Kung (2006) *L. plantarum* ve/veya *L. 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).

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. Mısır silajlarında *L. buchneri*’nin inokulant olarak kullanıldığı çalışmaların çoğu pH’da artış olduğu yönündedir. Bu durumun heterofermentatif özellikteki *L. buchneri*’nin LA’i parçalayarak AA’e dönüştürmesi sonucunda gerçekleştiğini belirtmişlerdir (Driehuis ve ark., 1999; Ranjit ve Kung, 2000; Kleinschmit ve Kung, 2006; Hu ve ark., 2009; Kristensen ve ark., 2010). Nitekim bu çalışmada da Kontrol grubuna göre silajların pH değerleri daha yüksek tespit edilmiştir (P<0,01).

Katkı maddesi olarak üre ilavesi, silolama süresince silajların HP değerlerini önemli düzeyde arttırmıştır (P<0,01). NPN katkı maddeleri daha çok sorgum, mısır ve tahıllarda tercih edilmektedir. Hem amonyak hem de üre içermesi özelliği ile protein parçalanmasını azaltmakta ve protein içeriğini arttırmaktadır. Bu konuda yapılan benzer çalışmalarda, Berger ve ark. (1994) ile Türemiş ve ark. (1997) da üre ile muamele edilen mısır silajlarında HP miktarlarının arttığını bildirmektedirler.

Fermantasyonun 75. gününde NH<sub>3</sub>-N/TN oranı en düşük 33,08 g/kg KM ile LB 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 NH<sub>3</sub>-N/TN değerlerinin düşmesine sebep olmuştur (P<0,01). Kaliteli bir silaj için NH<sub>3</sub>-N miktarının toplam nitrojen (TN)’de 100 g/kg düzeyinin altında olması gerektiği bildirilmektedir (McDonald ve ark., 1991). Araştırmamızda yapılan tüm silajlardan elde edilen NH<sub>3</sub>-N/TN oranının iyi kalitede olması gereken değerden daha düşük olduğunu görülmektedir.

Silajların SÇK içerikleri kontrol grubuna göre muamele gruplarında daha yüksek bulunmuştur (P<0,001). Üre ile muamele edilen silajlar, tüm fermantasyon periyotlarında yüksek SÇK değerleri göstermiştir. 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 LAB inokulantı ile hazırlanan mısır silajlarının SÇK içeriklerinin kontrol grubundan farklı olmadığı bildirilmiştir.

Katkı maddesi ilavesi, silolama süresince silajların LA değerlerini önemli düzeyde arttırmıştır (P<0,01). Benzer bulgular, Filya (2003), Kim ve Adesogan (2006)’nın Kung ve ark. (2007), Sucu (2009) ve tarafından da elde edilmiş ve *L. buchneri*’nin mısır silajının LA konsantrasyonunu kontrol silajına göre arttırdığı tespit edilmiştir.

Araştırmanın 75. gününe ilişkin muamele gruplarının AA, PA ve BA değerleri Çizelge 3’te gösterilmiştir.

Mısır silajına LB, Üre ve LB +Üre muamelesi, silajların AA değerlerini önemli düzeyde arttırmıştır (P<0,001). Benzer bulgular Kristensen ve ark. (2010), Schmidt ve Kung (2010), Queiroz ve ark. (2013), Drouin ve ark. (2019) tarafından da elde edilmiş ve *L. buchneri*’nin mısır silajının AA konsantrasyonunu kontrol silajına göre arttırdığı tespit edilmiştir.

Bu çalışmada silajların PA içerikleri 0,34-0,48 g/kg KM aralığında değişmiştir. Katkı maddesi ilavesi silajların PA değerleri önemli düzeyde düşürmüştür (P<0,001).

Çizelge 1. Taze materyale ilişkin kimyasal ve mikrobiyolojik analiz değerleri

Table 1. Chemical and microbiological analysis values of fresh material

İçerik	Miktar
pH	5,63
Bc, meq NaOH kg/KM	280,65
KM, % TM	23,70
HP, % KM	7,81
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, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat, NDF: Nötral çözücülerde çözünmeyen lif, ADF: Asit çözücülerde çözünmeyen lif, HSEL: Hemiselüloz, LAB: Laktik asit bakterileri, kob: koloni oluşturan birim

Çizelge 2. Mısır silajlarına ait kimyasal analiz sonuçları

Table 2. Results of chemical analysis of maize silages

Muameleler	Fermantasyon süresi (gün)				
	1.	3.	7.	14.	75.
KM %					
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
pH					
Kontrol	4,37±0,03 <sup>a</sup>	3,80±0,01 <sup>c</sup>	3,71±0,03 <sup>c</sup>	3,69±0,05	3,68±0,02 <sup>c</sup>
LB	4,23±0,02 <sup>c</sup>	3,82±0,01 <sup>c</sup>	3,83±0,06 <sup>ab</sup>	3,67±0,01	3,71±0,02 <sup>bc</sup>
Üre	4,16±0,02 <sup>d</sup>	3,90±0,01 <sup>a</sup>	3,87±0,06 <sup>ab</sup>	3,74±0,04	3,76±0,01 <sup>a</sup>
LB+Üre	4,28±0,04 <sup>b</sup>	3,86±0,02 <sup>b</sup>	3,90±0,05 <sup>a</sup>	3,69±0,04	3,73±0,04 <sup>ab</sup>
aLB	4,06±0,02 <sup>e</sup>	3,82±0,01 <sup>c</sup>	3,82±0,02 <sup>b</sup>	3,65±0,01	3,70±0,02 <sup>bc</sup>
aLB+Üre	4,14±0,02 <sup>d</sup>	3,92±0,02 <sup>a</sup>	3,86±0,01 <sup>ab</sup>	3,65±0,06	3,73±0,01 <sup>ab</sup>
P	<0,001	<0,001	<0,002	0,102	<0,01
HP % KM					
Kontrol	8,09±0,07 <sup>cd</sup>	7,58±0,16 <sup>d</sup>	7,87±0,06 <sup>c</sup>	8,01±0,08 <sup>b</sup>	6,78±0,08 <sup>d</sup>
LB	7,72±0,11 <sup>d</sup>	7,75±0,21 <sup>d</sup>	7,55±0,24 <sup>d</sup>	7,33±0,05 <sup>cd</sup>	7,25±0,10 <sup>c</sup>
Üre	10,23±0,12 <sup>a</sup>	10,14±0,09 <sup>a</sup>	10,13±0,05 <sup>a</sup>	10,39±0,37 <sup>a</sup>	9,48±0,03 <sup>a</sup>
LB+Üre	8,30±0,04 <sup>bc</sup>	8,20±0,14 <sup>c</sup>	7,71±0,24 <sup>cd</sup>	7,72±0,17 <sup>bc</sup>	8,29±0,36 <sup>b</sup>
aLB	8,65±0,34 <sup>b</sup>	8,22±0,25 <sup>c</sup>	7,94±0,04 <sup>c</sup>	7,37±0,35 <sup>cd</sup>	8,57±0,16 <sup>b</sup>
aLB+Üre	8,32±0,33 <sup>bc</sup>	8,63±0,10 <sup>b</sup>	8,61±0,04 <sup>b</sup>	7,14±0,12 <sup>d</sup>	7,51±0,07 <sup>c</sup>
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
NH <sub>3</sub> -N/TN g/kg KM					
Kontrol	24,12±2,84 <sup>c</sup>	28,41±2,15 <sup>d</sup>	39,42±2,52 <sup>b</sup>	31,87±3,15 <sup>cd</sup>	43,98±1,89 <sup>d</sup>
LB	25,66±3,10 <sup>bc</sup>	44,17±2,65 <sup>b</sup>	39,61±2,01 <sup>b</sup>	25,61±3,77 <sup>d</sup>	33,08±4,55 <sup>e</sup>
Üre	15,69±1,28 <sup>c</sup>	47,31±2,38 <sup>b</sup>	30,10±1,05 <sup>c</sup>	60,50±3,35 <sup>a</sup>	79,06±5,91 <sup>a</sup>
LB+Üre	32,70±2,44 <sup>a</sup>	58,32±1,35 <sup>a</sup>	61,23±1,22 <sup>a</sup>	60,85±6,07 <sup>a</sup>	58,44±4,09 <sup>c</sup>
aLB	29,32±3,26 <sup>ab</sup>	44,22±2,51 <sup>b</sup>	42,48±1,90 <sup>b</sup>	32,55±2,66 <sup>c</sup>	33,46±1,52 <sup>e</sup>
aLB+Üre	21,24±1,55 <sup>d</sup>	33,09±2,69 <sup>c</sup>	40,10±2,80 <sup>b</sup>	46,41±0,78 <sup>b</sup>	66,55±3,36 <sup>b</sup>
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
SÇK g/kg KM					
Kontrol	69,84±0,12 <sup>e</sup>	7,94±0,40 <sup>e</sup>	7,41±0,01 <sup>c</sup>	5,05±0,33 <sup>c</sup>	0,47±0,25 <sup>d</sup>
LB	57,47±0,45 <sup>f</sup>	44,69±0,81 <sup>cd</sup>	7,54±0,27 <sup>c</sup>	3,98±0,15 <sup>d</sup>	1,18±0,27 <sup>c</sup>
Üre	77,73±0,62 <sup>c</sup>	48,19±2,81 <sup>c</sup>	7,13±0,55 <sup>c</sup>	6,08±0,16 <sup>b</sup>	4,95±0,32 <sup>a</sup>
LB+Üre	71,83±1,06 <sup>d</sup>	64,79±2,67 <sup>b</sup>	56,81±1,97 <sup>b</sup>	6,88±0,47 <sup>a</sup>	5,25±0,70 <sup>a</sup>
aLB	80,08±0,93 <sup>b</sup>	43,20±0,73 <sup>d</sup>	6,33±0,27 <sup>c</sup>	2,48±0,54 <sup>e</sup>	0,93±0,08 <sup>cd</sup>
aLB+Üre	106,00±0,04 <sup>a</sup>	72,34±3,38 <sup>a</sup>	72,42±0,46 <sup>a</sup>	5,53±0,20 <sup>bc</sup>	4,14±0,17 <sup>b</sup>
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
LA g/kg KM					
Kontrol	0,92±0,67 <sup>d</sup>	8,79±7,68 <sup>c</sup>	16,50±3,93 <sup>b</sup>	24,71±12,20 <sup>c</sup>	16,37±2,52 <sup>d</sup>
LB	2,12±1,21 <sup>b</sup>	9,00±4,95 <sup>c</sup>	14,67±8,76 <sup>c</sup>	27,36±13,39 <sup>b</sup>	26,55±4,29 <sup>c</sup>
Üre	0,98±0,39 <sup>d</sup>	11,62±4,24 <sup>a</sup>	19,06±7,49 <sup>a</sup>	22,02±13,79 <sup>d</sup>	26,32±8,99 <sup>c</sup>
LB+Üre	0,97±2,29 <sup>d</sup>	6,84±2,14 <sup>d</sup>	14,17±2,13 <sup>cd</sup>	27,78±16,36 <sup>b</sup>	28,86±5,39 <sup>bc</sup>
aLB	1,54±1,21 <sup>c</sup>	12,46±7,79 <sup>a</sup>	9,19±1,06 <sup>c</sup>	32,71±11,50 <sup>a</sup>	31,59±10,70 <sup>b</sup>
aLB+Üre	4,05±2,39 <sup>a</sup>	10,30±5,38 <sup>b</sup>	13,68±1,03 <sup>d</sup>	34,63±5,46 <sup>a</sup>	36,49±19,39 <sup>a</sup>
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

KM: Kuru madde, HP: Ham protein, NH<sub>3</sub>-N: Amonyaga bağlı nitrojenin, TN: Total nitrojen, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat, LA: Laktik asit, LB: *Lactobacillus buncheri*, aLB: Aktifleştirilmiş *Lactobacillus buncheri*. <sup>a,b,c,d,e</sup> Aynı sütunda bulunan farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir (P<0,001).

Clostridia türü bakteriler silajlarda bulunan şekerleri ve organik asitleri fermente ederek BA üretirler (McDonald ve ark., 1991). Dolayısıyla BA clostridial aktivitenin önemli bir göstergesidir (Heron ve ark., 1986). Araştırmada fermantasyonun ilk günlerinde (1, 3 ve 7. gün) silajlardaki LA üretim hızının oldukça yüksek olması; bunun sonucunda da silajların pH' sının hızla düşmesi

(<3,88) clostridial aktiviteyi engellemiş, sonuçta tüm silajlarda BA tespit edilmemiştir.

#### Silajların Mikrobiyolojik Özellikleri ile İlgili Bulgular

Araştırmanın 1., 3., 7., 14., 75. gününe ilişkin muamele gruplarının LAB ve maya değerleri Çizelge 4'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. Fermantasyonun 75. gününde silajların organik asit analiz sonuçları

Table 3. Analysis results for organic acids of silages on the 75<sup>th</sup> day of fermentation

Parametreler	Muameleler						P
	Kontrol	LB	Üre	LB+Üre	aLB	aLB+Üre	
LA, g/kg KM	16,37±2,52 <sup>d</sup>	26,55±4,29 <sup>c</sup>	26,32±8,99 <sup>c</sup>	28,86±5,39 <sup>bc</sup>	31,59±10,70 <sup>b</sup>	36,49±19,39 <sup>a</sup>	<0,001
AA, g/kg KM	7,69±0,59 <sup>d</sup>	9,14±0,21 <sup>c</sup>	10,96±0,56 <sup>b</sup>	13,12±0,13 <sup>a</sup>	6,13±0,33 <sup>e</sup>	4,46±0,11 <sup>f</sup>	<0,001
PA, g/kg KM	0,48±0,02 <sup>a</sup>	0,41±0,02 <sup>bc</sup>	0,38±0,02 <sup>c</sup>	0,42±0,03 <sup>b</sup>	0,34±0,01 <sup>d</sup>	0,44±0,03 <sup>b</sup>	<0,001
BA, g/kg KM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-

KM: Kuru madde LA: Laktik asit, AA: Asetik asit, PA: Propiyonik asit, BA: Bütirik asit, LB: *Lactobacillus buncheri*, aLB: Aktifleştirilmiş *Lactobacillus buncheri*. <sup>a,b,c,d,e,f</sup> Aynı satırda bulunan farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir (P<0,001)

Çizelge 4. Mısır silajlarına ait mikrobiyolojik analiz sonuçları kob/g KM

Table 4. Results of microbiological analysis of maize silages cfu/g/DM

Muameleler	Fermantasyon süresi (gün)				
	1.	3.	7.	14.	75.
LAB					
Kontrol	6,61±0,07 <sup>b</sup>	6,42±0,05 <sup>bc</sup>	6,53±0,07 <sup>ab</sup>	6,52±0,04 <sup>bc</sup>	6,05±0,03 <sup>e</sup>
LB	6,86±0,04 <sup>a</sup>	6,51±0,02 <sup>a</sup>	6,42±0,02 <sup>c</sup>	6,61±0,04 <sup>a</sup>	8,33±0,02 <sup>a</sup>
Üre	6,58±0,08 <sup>b</sup>	6,49±0,04 <sup>ab</sup>	6,50±0,02 <sup>b</sup>	6,44±0,05 <sup>c</sup>	6,11±0,06 <sup>e</sup>
LB+Üre	6,58±0,04 <sup>b</sup>	6,38±0,03 <sup>c</sup>	6,59±0,02 <sup>a</sup>	6,56±0,05 <sup>ab</sup>	7,75±0,03 <sup>d</sup>
aLB	6,68±0,07 <sup>b</sup>	6,42±0,04 <sup>bc</sup>	6,54±0,04 <sup>ab</sup>	6,50±0,05 <sup>bc</sup>	8,10±0,02 <sup>ab</sup>
aLB+Üre	6,64±0,02 <sup>b</sup>	6,44±0,05 <sup>a-c</sup>	6,54±0,03 <sup>ab</sup>	6,63±0,06 <sup>a</sup>	7,86±0,03 <sup>c</sup>
P	<0,001	<0,01	<0,003	<0,005	<0,001
Maya					
Kontrol	4,37±0,03 <sup>a</sup>	3,80±0,01 <sup>c</sup>	3,71±0,03 <sup>c</sup>	3,69±0,05	3,68±0,02 <sup>c</sup>
LB	4,23±0,02 <sup>c</sup>	3,82±0,01 <sup>c</sup>	3,83±0,06 <sup>ab</sup>	3,67±0,01	3,71±0,02 <sup>bc</sup>
Üre	4,16±0,02 <sup>d</sup>	3,90±0,01 <sup>a</sup>	3,87±0,06 <sup>ab</sup>	3,74±0,04	3,76±0,01 <sup>a</sup>
LB+Üre	4,28±0,04 <sup>b</sup>	3,86±0,02 <sup>b</sup>	3,90±0,05 <sup>a</sup>	3,69±0,04	3,73±0,04 <sup>ab</sup>
aLB	4,06±0,02 <sup>e</sup>	3,82±0,01 <sup>c</sup>	3,82±0,02 <sup>b</sup>	3,65±0,01	3,70±0,02 <sup>bc</sup>
aLB+Üre	4,14±0,02 <sup>d</sup>	3,92±0,02 <sup>a</sup>	3,86±0,01 <sup>ab</sup>	3,65±0,06	3,73±0,01 <sup>ab</sup>
P	<0,001	<0,001	<0,002	0,102	<0,01

LB: *Lactobacillus buncheri*, aLB: Aktifleştirilmiş *Lactobacillus buncheri*, LAB: Laktik asit bakterisi. <sup>a,b,c,d,e</sup> Aynı sütunda bulunan farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir (P<0,01)

Çizelge 5. Fermantasyonun 75. gününde silajların NDF, ADF ve IVPS ilişkin analiz sonuçları

Table 5. Analysis results for NDF, ADF, and IVPD of silages on the 75<sup>th</sup> day of fermentation

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

KM: Kuru madde, NDF: Nötr çözücülerde çözünmeyen lif, ADF: Asit çözücülerde çözünmeyen lif, HSEL: Hemiselüloz, IVPS: *In Vitro* Protein Sindirilebilirliği, LB: *Lactobacillus buncheri*, aLB: Aktifleştirilmiş *Lactobacillus buncheri*. <sup>a,b,c,d,e,f</sup> Aynı satırda bulunan farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir (P<0,001)

Çizelge 6. Mısır silajlarına ait aerobik stabilite test sonuçları

Table 6. Results of aerobic stability of maize silages

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

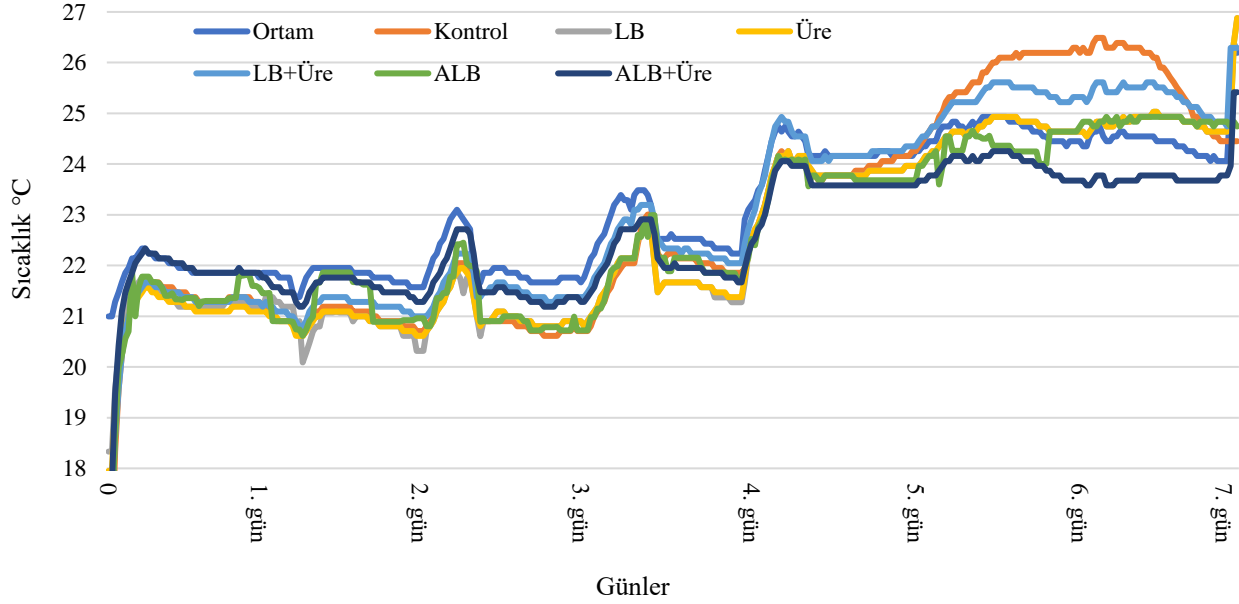
LB: *Lactobacillus buncheri*, aLB: Aktifleştirilmiş *Lactobacillus buncheri*, kob: koloni oluşturan birim. <sup>a,b,c,d,e</sup> Aynı sütunda bulunan farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir (P<0,01)

Çizelge 7. Aerobik stabilite süresince sensör verilerine ilişkin ortalama değerler °C

Table 7. Average values of sensor data during aerobic stability °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*



Şekil 1. Aerobik stabilite süresince silajların sensör verileri  
Figure 1. Sensor data of silages during aerobic stability

Fermentasyonun 75. gününde LAB oranı en düşük Kontrol (6,05 kob/g KM) ve Üre grubunda (6,11 kob/g KM), en yüksek ise LB (8,33 kob/g KM) ve aLB (8,10 kob/g KM) ile muamele edilmiş mısır silajlarında tespit edilmiştir. Fermentasyon seyri süresince LB ilavesi, silajların LAB içeriklerini arttırmıştır ( $P<0,001$ ). Başlangıç materyalinde (8,76 kob/g KM) olan maya içeriği 75 günlük fermentasyon süresince azalmıştır. Araştırmada, Üre, LB+Üre, aLB+Üre ile muamele edilmiş silajların maya değerleri daha yüksek tespit edilmiştir ( $P<0,001$ ). *L. buncheri* inokulantının kullanıldığı çalışmalarda maya sayısında azalma tespit edilmiştir (Driehuis ve ark., 1999; Ranjit ve Kung 2000; Filya, 2006; Kleinschmit ve Kung 2006; Hu ve ark., 2009; Schmidt ve Kung 2010; Tabacco ve ark., 2011). Bu çalışmada ise 75. gün maya sayılarında kontrol grubuna benzer sonuçlar elde edilmiştir.

#### Hücre Çeperi İçerikleri ve İn Vitro Protein Sindirilebilirliği

Araştırmanın 75. gününe ilişkin muamele gruplarının NDF, ADF, HSEL ve *IVPS*'ne ilişkin analiz değerleri Çizelge 5'de gösterilmiştir.

Başlangıç materyalinin NDF içeriği, %53,76 olarak belirlenen araştırmada, silajların NDF içerikleri %50,64-64,93 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 ve ark., 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 başlangıç materyaline göre artış tespit edilmiştir ( $P<0,001$ ). Taze mısırın HSEL içeriğinin %25,63 olarak belirlendiği 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 *IVPS* değerleri en düşük Kontrol grubunda (88,68), en yüksek ise aLB+Üre (94,67) grubu silajlarda elde edilmiştir. Katkı maddesi ilavesi silajların 75.gün *IVPS* değerlerini önemli düzeyde arttırmıştır ( $P<0,001$ ).

## Silajların Aerobik Stabilite Özellikleri ile İlgili Bulgular

Mısır silajlarının 7 günlük aerobik stabilite analiz sonuçları ve sensör verilerine ilişkin bulgular Çizelge 6 ve Çizelge 7’de verilmiştir.

Mikroorganizmaların metabolik aktivitesi sonucu oluşan silaj sıcaklığının silo açıldıktan sonra sıcaklık sensörleri ile izlenmesi günümüzde yaygın bir uygulama haline gelmiştir. Araştırmada, kullanılan katkı maddeleri ve bunların üre ile kombinasyonları, KM içeriğini etkilemeden ( $P>0,05$ ), mısır silajlarının aerobik stabilitesini önemli ölçüde etkilemiştir ( $P<0,001$ ). Katkı maddesi ilavesi Kontrol grubuna oranla muamele gruplarının, aerobik stabilitesini iyileştirmiştir (Şekil 1). Çizelge 6’da gösterildiği gibi, en düşük pH değerleri aLB (5,03) ve aLB+Üre (5,08) gruplarında tespit edilmiştir ( $P<0,001$ ). aLB+Üre grubunun düşük  $CO_2$  içeriği, muhtemelen pH’ı daha kararlı kılan ve maya aktivitesini daha uzun süre inhibe eden yüksek LA içeriğinden kaynaklanmış olabilir. Bu konuda yapılan benzer araştırmalarda, LB’nin AA üretme kabiliyeti nedeniyle aerobik stabiliteyi iyileştirmek ve silo açıldıktan sonra bozulmaya neden olan mikroorganizmaların çoğalmasını önlemek için kullanılan en yaygın heterofermentatif LAB olduğunu göstermiştir (Gallo ve ark., 2018; Muck ve ark., 2018; Zhang ve ark., 2019; Bai ve ark., 2020). Ürenin maya ve küf dahil olmak üzere bozulmaya neden olan mikroorganizmalar üzerindeki kısıtlayıcı aktivitesi de Fang ve ark. (2012) tarafından da belirtilmiştir. Bu sonuçlar, LB ve ürenin silajların aerobik stabilitesi üzerindeki etkisini inceleyen önceki çalışmaların sonuçlarını yansıtmaktadır.

## Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada silolama öncesi aktifleştirilen *L. buchneri* inokulantının II. ürün mısır silajına üre ile ilave edilmesi silaj fermentasyonunu ve aerobik stabiliteyi olumlu yönde etkilemiştir. *L. buchneri* aktifleştirilmesi silajların HP, LA değerlerini artırırken, AA, PA, pH, NDF, ADF ve maya içeriklerinin düşmesine sebep olmuştur. Silajlara aLB+ Üre ilave edilmesi silajların aerobik stabiliteyelerinin gelişmesini sağlamıştır. Sonuç olarak *L. buchneri*’nin aktifleştirilmesi ve üre ile kullanılması mısır silajlarının fermentasyon profili, kimyasal bileşimini ve aerobik stabilitesini iyileştirmek amacı ile kullanılabilir.

## Teşekkür

Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi (NKUBAP. 03.YL.21.297) tarafından desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- Akyıldız AR. 1984. Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. A.Ü. Zir. Fak., Ankara, Ankara Üniversitesi Basımevi, Uygulama Kılavuzu, 236 s.
- Altınçekiç E, 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.

- Araki HCM, Oliveira ER, Gandra JR, Goes RHTB, Takiya CS, Jacaúna AG, Oliveira KMP, Vasques DN, Cônsolo NR, Valle TA. et al. 2017. Association of biological and chemical additives on nutrient composition, total losses, microbiological and fermentative profile of sugarcane silage. Iran. J. Appl. Anim. Sci. 2017, 7: 577–584.
- Ashbell G, Weinberg, ZG, Azrieli A, Hen Y, Horev B. 1991. A simple system to determine the aerobic determination of silages. Can. Agric. Eng., 33: 391–395
- Aufrere J, Cartailles 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.
- Bai J, Xu D, Xie D, Wang M, Li Z, Guo X. 2020. Effects of antibacterial peptide-producing *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus buchneri* on fermentation, aerobic stability, and microbial community of alfalfa silage. Bioresour. Technol. 315, 123881.
- Berger LL, Fahey Jr, GC, Bourguin LD, Titgemeyer EC. 1994. Modification of Forage Quality after Harvest. In Fahey, Jr., G.C. (Ed.) Forage Quality Evaluation and Utilization. American, Society of Agronomy Inc. Lincoln.
- Chen J, Stokes MR, Wallace CR. 1994. Effects of Enzyme – Inoculant Systems on Preservation and Nutritive Value of Hay Crop and Corn Silage. J. Dairy Sci., 77(2): 501-512.
- Driehuis F, Oude Elferink SJWH, Spolestra SF. 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.
- Drouin P, Tremblay J, 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.
- Efe E, Bek Y, Şahin M. 2000. SPSS’te çözümleri ile istatistik yöntemler II. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü Yayınları, Kahramanmaraş, 223s.
- Fang J, Matsuzaki M, Suzuki H, Cai Y, Horiguchi KI, Takahashi, T. 2012. Effects of lactic acid bacteria and urea treatment on fermentation quality, digestibility and ruminal fermentation of roll bale rice straw silage in wethers. Grassl. 58(2): 73–78.
- Fernandes FEP, Garcia R, Pires AJV, Pereira OG, Carvalho GGP, Olivindo CS. 2009. Ensilage of forage sorghum with addition of urea in two storage periods. Braz. J. Anim. Sci., 38: 2111–2115.
- Filya İ. 2003. The effect of *lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria, on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of wheat, sorghum, and maize silages. Journal of Applied Microbiology, 95: 1080- 1086.
- Filya İ, Sucu E, Karabulut A. 2006. The effect of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of maize silage. J. Appl. Microbiol. 101(6): 1216– 1223.
- Filya İ. 2007. Ülkemizde Silaj Yapımı ve Silaj Kalitesinin Artırılma Yolları. Yem Magazin, Mart, 2007, 47:37-44.
- Gallo A, Bernardes TF, Copani G, Fortunati P, Giuberti G, Bruschi S, Bryan KA, Nielsen NG, Witt KL, Masoero F. 2018. Effect of inoculation with *Lactobacillus buchneri* LB1819 and *Lactococcus lactis* on fermentation and mycotoxin production in maize silage compacted at different densities. Anim. Feed Sci. Technol. 246: 36–45.
- Gebrehanna MM, Gordon RJ, Madani A, Vanderzaag AC, Wood JD. 2014. Silage effluent management: A review. Journal of Environmental Management, 143:113-122.
- Heron SJ, Edwards RA, McDonald P. 1986. Changes in the nitrogenous components of gamma-irradiated and inoculated ensiled ryegrass. Journal of the Science of Food and Agriculture, 37(10): 979-985.



- Holzer M, Mayrhuber E, Danner H, Braun R. 2003. The role of *Lactobacillus buchneri* in forage preservation. Trends in Biotechnol. 21(6): 282–287.
- Hu W, Schmidt RJ, McDonnell EE, Klingerman CM, 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. Dairy Sci. 92(8): 3907–3914.
- Kim SC, Adesogan AT. 2006. Influence of ensiling temperature, simulated rainfall, and delayed sealing on fermentation characteristics and aerobic stability of corn silage. Journal of Dairy Science, 89(8): 3122-3132.
- Kleinschmit DH, Kung JrL. 2006. A meta-analysis of the effects of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages J. Dairy Sci. 89(10): 4005–4013.
- Koc F, Ozturk Aksoy S, Agma Okur A, Celikyurt G, Korucu D, Ozduven ML. 2017. Effect of pre-fermented juice, *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus buchneri* on the fermentation characteristics and aerobic stability of high dry matter alfalfa bale silage. The Journal of Animal & Plant Sciences. 27(5): 1426-1431.
- Koç F, Coşkuntuna L. 2003. Silo yemlerinde organik asit belirlemede iki farklı metodun karşılaştırılması. Hayvansal Üretim, 44(2): 37-47.
- Kristensen NB, Sloth KH, Højberg O, Spliid NH, Jensen, C. 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 JrL, Schmidt RJ, Ebling TE, Hu W. 2007. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of ground and whole high-moisture corn. Journal of Dairy Science, 9(5): 2309-2314.
- McDonald P, Henderson AR, Heron SJE. 1991. The Biochemistry of Silage. Second Edition. 340 p., Chalcombe Publication, Marlow, England.
- Muck RE, Nadeau EMG, McAllister TA, Contreras-Govea FE, Santos MC Kung, JrL. 2018. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. J. Dairy Sci. 101: 3980–4000.
- Neumann M, Oliboni R, Oliveira RM, Faria MV, Ueno RK, Reinerh LL, Durman T. 2010. Aditivos químicos utilizados em silagens. Appl. Res. Agrot., 3: 115–121.
- Nsereko VL; Smiley BK, Rutheford WM, Spielbauer A, Forrester KJ, Hettinger GH, Karman, EK, Harman, BR. 2008. Influence of inoculation forage with lactic acid bacteria strains that produce ferulate esterase on ensilage and ruminal degradation of fiber. Anim. Feed Sci. Technol., 145: 122–135.
- Okumuş A. 2021. İkinci ürün mısır silajına fındık zurufu ilavesinin silaj fermantasyonu, aerobik stabilite ve in vitro gaz üretimi üzerine etkileri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 61s
- Pahlow G, Muck RE, 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.
- Pinto S, Warth JFG, Novinski CO, Schmidt P. 2020. Effects of natamycin and *Lactobacillus buchneri* on the fermentative process and aerobic stability of maize silage. Journal of Animal and Feed Sciences, 29: 82–89.
- Payne MJ, McDonald P.1966. The Buffering Constituent of Herbage and of Silage, J. Sci. Food. Agric, 17:264-268.
- Queiroz OCM, Arriola KG, Daniel JLP, Adesogan AT. 2013. Effects of 8 chemical and bacterial additives on the quality of corn silage. Journal of Dairy Science, 96(9): 5836-5843.
- Santos EM, Zanine AM, Ferreira DJ, Oliveira JS, Penteado DCS Pereira OG. 2008. Activated inoculant improves Tanzania grass (*Panicum maximum*) silage. Arch. Zootec. 57: 35–42.
- Schmidt RJ, Kung JrL. 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 DR, Pahlow G, Spoelstra SF, Lindgren S, Dellaglio F, Lowe JF. 1990. Methods for the Microbiological Analysis of Silage. Proceeding of the Eurobac Conference, 147, Uppsala.
- 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.
- Supelco 1998. Solid phase microextraction: Solventless sample preparation for monitoring flavor compounds by capillary gas chromatography. Bulletin 869A. Belefonte, PA.
- Tabacco E, Piano S, Revello-Chion A, 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, Kızılışımşek M, Kızıl S, İnal İ, Sağlamtimur T. 1997. Bazı katkı maddelerinin Çukurova koşullarında yetiştirilebilen bazı yazlık yem bitkileri ve karışımlarından yapılan silajlar üzerine etkilerinin saptanması üzerine bir araştırma. Türkiye 1. Silaj Kongresi. Hasad Yayıncılık, 166-175.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J Dairy Sci 74:3583–3597.
- Vieira DA, Cezário AS, Valente TNP, Ribeiro JC, Santos WBR, Ferreira PRN. 2017. Evaluation of the addition of urea or calcium oxide (CaO) on the recovery of dry matter of the by-product of sweet corn silage. J. Agric. Sci., 9: 141–148.
- Weiss K, Kroschewski B, Auerbach H. 2016. Effects of air exposure, temperature and additives on fermentation characteristics, yeast count, aerobic stability and volatile organic compounds in corn silage. J. Dairy Sci. 99: 8053–8069.
- Zhang YC, Li DX, Wang XK, Lin YL, Zhang Q, Chen XY, Yang FY. 2019. Fermentation quality and aerobic stability of mulberry silage prepared with lactic acid bacteria and propionic acid. Anim. Sci. J. 90: 513–522.