



**MISIR SİLAJINA EKŞİ YOĞURT İLAVESİNİN SİLAJ FERMANTASYONU,
AEROBİK STABİLİTE VE *İN VİTRO* SİNDİRİLEBİLİRLİK ÜZERİNE ETKİSİ**

KAĞAN TELLİ

Zootekni Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Sibel SOYCAN ÖNENÇ

2022

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



MISIR SİLAJINA EKŞİ YOĞURT İLAVESİNİN SİLAJ FERMANTASYONU,
AEROBİK STABİLİTE VE *İN VİTRO* SİNDİRİLEBİLİRLİK ÜZERİNE ETKİSİ

KAĞAN TELLİ

ORCID: 0000-0002-1800-5243

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Danışman: Doç. Dr. Sibel SOYCAN ÖNENÇ

TEMMUZ-2022
Her hakkı saklıdır.

ÖZET

MISIR SİLAJINA EKŞİ YOĞURT İLAVESİNİN SİLAJ FERMANTASYONU, AEROBİK STABİLİTE VE *İN VİTRO* SİNDİRİLEBİLİRLİK ÜZERİNE ETKİSİ

Kağan TELLİ

Zootekni Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Sibel SOYCAN ÖNENÇ

Bu araştırma, ekşi yoğurt ilavesinin mısır silajının fermantasyonu, aerobik stabilitesi ve *in vitro* sindirilebilirlik üzerine etkisini belirlemek amacıyla düzenlenmiştir. Araştırma materyalini ekim ayında biçilmiş 2. ürün mısır (Pioneer 32K61) ve ekşi yoğurt oluşturmuştur. Deneme grupları; yoğurt ilave edilmeyen kontrol, 10 g/kg taze mısır (Y10), 20 g/kg taze mısır (Y20), 30 g/kg taze mısır (Y30), 40 g/kg taze mısır (Y40) ve 50 g/kg taze mısır (Y50) olacak şekilde oluşturulmuştur. Her grup için 4'er tane olmak üzere toplam 24 paket, laboratuvar koşullarında (10-20 °C) 60 gün fermantasyona bırakılmıştır. Yapılan çalışmada, ekşi yoğurt ilavesiyle ham protein (HP) ve ham yağ (HY) miktarında artma olduğu bulunmuştur (P<0.01). Bu durum yoğurdun HP ve HY içeriğinin yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Mısır silajlarının nötr deterjan selüloz (NDF), asit deterjan selüloz (ADF) ve asit deterjan lignin (ADL) içerikleri kontrol grubunda en yüksek olduğu bulunurken, en düşük Y40 ve Y50 gruplarında bulunmuştur (P<0.01). Suda çözülebilir karbonhidrat (SÇK) içerikleri ise yoğurdun yüksek düzeyde ilave edildiği gruplarda artmıştır (P<0.01). Araştırmada, en yüksek laktik asit (LA) içeriği Y40 ve Y50 gruplarında, 69,44 ve 69,48 g/kg KM olarak belirlenirken en düşük ise kontrol grubunda 64,64 g/kg KM olarak belirlenmiştir (P<0.01). Mısıra ilave edilen yoğurt oranı arttıkça amonyak azotu miktarı düşmüş, ancak ilave düzeyin artışı Y50 grubunun protein miktarının artmasıyla doğru orantılı olarak NH₃-N şeklindeki kayıplarda da artışa neden olmuştur (P<0.01). Mısır silajlarının enzimde çözünebilen organik madde (EÇOM) miktarı, *in vitro* organik madde sindirilebilirliği ve metabolik enerji içerikleri yoğurt ilavesiyle artmıştır (P<0.01). Sonuç olarak, ekşi yoğurdun 20 ve 30 g/kg düzeyinde mısıra ilavesi, silajların kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir.

Anahtar Kelimeler: Mısır, Ekşi yoğurt, Fermantasyon kalitesi, Silaj.

ABSTRACT

EFFECT OF SOUR YOGHURT ADDITION TO CORN SILAGE ON FERMENTATION QUALITY, AEROBIC STABILITY AND *IN VITRO* DIGESTIBILITY

Kağan TELLİ

Department of Animal Science

MSc. Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Sibel SOYCAN ÖNENÇ

This study was designed to determine the effect of sour yogurt addition on fermentation, aerobic stability and *in vitro* digestibility of corn silage. The research material consisted of 2nd crop corn (Pioneer 32K61) and sour yoghurt harvested in October. Trial groups; control without yogurt added, 10 g/kg fresh corn (Y10), 20 g/kg fresh corn (Y20), 30 g/kg fresh corn (Y30), 40 g/kg fresh corn (Y40), and 50 g/kg fresh corn maize (Y50). A total of 24 packages, 4 for each group, were left to ferment under laboratory conditions (10-20 °C) for 60 days. In the study, it was found that the amount of crude protein (CP) and crude fat (EE) increased with the addition of sour yogurt ($P<0.01$). This was due to the high CP and EE content of yogurt. Neutral detergent cellulose (NDF), acid detergent cellulose (ADF) and acid detergent lignin (ADL) contents of corn silages were highest in the control group and lowest in Y40 and Y50 groups ($P<0.01$). Water-soluble carbohydrate (WSC) contents were increased in the groups to which yogurt was added at high level ($P<0.01$). In the study, the highest lactic acid (LA) content was determined as 69.44 and 69.48 g/kg DM in the Y40 and Y50 groups, while the lowest was determined as 64.64 g/kg DM in the control group ($P<0.01$). As the amount of yogurt added to corn increased, the amount of ammonia nitrogen decreased, but the increase in the added level also caused an increase in $\text{NH}_3\text{-N}$ losses in direct proportion to the increase in the protein content of the Y50 group ($P<0.01$). Soluble organic matter in enzyme (ELOS), *in vitro* organic matter digestibility and metabolic energy contents of corn silages increased with the addition of yogurt ($P<0.01$). As a result, the addition of sour yogurt to corn at the level of 20 and 30 g/kg positively affected the chemical and microbiological properties of silages.

Keywords: Corn, Sour yoghurt, Fermentation quality, Silage.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
KISALTMALAR DİZİNİ	vi
TEŞEKKÜR	vii
1. GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	3
1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	8
2. MATERYAL VE YÖNTEM	9
2.1 Materyal	9
2.2 Yöntem	9
2.2.1 Silajların Hazırlanması	9
2.2.2 Silajların Açımı ve Fiziksel Analizleri	10
2.2.3 Ham Besin Madde İçeriklerinin Belirlenmesi	12
2.2.4 Enzimatik Yöntem (Selülaz Yöntemi)	14
2.2.5 Aerobik Bozulmaya Dirence İlişkin Analizler	15
2.2.6 İstatistiksel Analizler	16
3. ARAŞTIRMA BULGULARI	17
4. TARTIŞMA	23
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	27
KAYNAKLAR	28

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Başlangıç materyaline ilişkin kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	9
Çizelge 2.2. Flieg puanlama yöntemi	11
Çizelge 2.3. Silajların Flieg puanına göre değerlendirilmesi	11
Çizelge 2.4. KM ve pH değerine göre hesaplanan Flieg puanına göre silajların kalitesi.....	11
Çizelge 3.1. Silajların fiziksel değerlendirmeleri ve Flieg puanlaması.....	17
Çizelge 3.2. Silajların ham besin maddesi ve hücre çeperi içerikleri, % KM'de.....	18
Çizelge 3.3. Mısır silajlarının kimyasal analiz sonuçları.....	19
Çizelge 3.4. Mısır silajlarının mikrobiyolojik analiz sonuçları, log ₁₀ kob/g.....	20
Çizelge 3.5. Mısır silajlarının aerobik stabilite test sonuçları	21
Çizelge 3.6. Silajların EÇOM, EÇMOM, OMS ve ME içerikleri.....	22

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1. Vakum makinesi.....	10
---------------------------------	----



KISALTMALAR DİZİNİ

AA	Asetik asit
ADF	Asit çözücülerde çözünmeyen lif
BA	Bütirik asit
Bc	Tampon kapasitesi
CA	Canlı ağırlık
Kob	Koloni oluşturan birim
H ₂ O	Su
HK	Ham kül
HP	Ham protein
HSEL	Hemiselüloz
KM	Kuru madde
Kob	Koloni oluşturan birim
LA	Laktik asit
LAB	Laktik asit bakterileri
MEA	Malt ekstraktagar
MRS	de Man, RogosaandSharpeAgar
NDF	Nötral çözücülerde çözünmeyen lif
NH ₃ -N	Amonyaka bağlı nitrojen
OM	Organik madde
PA	Propiyonik asit
SÇK	Suda çözünebilir karbonhidrat
TM	Taze materyal
TN	Toplam nitrojen

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans sürecinde karşılaştığım tüm sorunlarda yanımda olan ve tezimin gerçekleştirmesinde yardımlarını esirgemeyen, bilgi birikimini benimle paylaşan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Sibel SOYCAN ÖNENÇ'e, laboratuvar analizlerinde desteklerini esirgemeyen Berrin OKUYUCU'ya, her konuda bana destek olan Elif ERŐAHİN'e, abim Oğuz TELLİ'ye, yükseköğrenimim süresince desteklerini esirgemeyen çalışma arkadaşlarıma, hayatım boyunca bana yol gösterip karşılaştığım tüm zorluklarda yoluma ışık tutan, maddi ve manevi destekleriyle bugüne gelmemde en büyük paya sahip olan anne ve babama, bu çalışmayı destekleyen Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (NKÜBAP)'ne teşekkürlerimi borç bilirim.

Kağan TELLİ

Ziraat Mühendisi

1. GİRİŞ

İnsanların sağlıklı bir yaşam sürebilmeleri için hayvansal gıda ürünlerini yeterli ve dengeli bir şekilde tüketmeleri gerekmektedir. Hayvansal kaynaklı gıda ürünleri arasında ruminant hayvanlardan elde edilen et ve süt ürünleri yer almaktadır. Et ve süt üretim maliyetlerinin yaklaşık %70'ini yem maliyetleri oluşturmaktadır. Hayvancılık işletmelerindeki karlılık oranları, yem maliyetleri ile ters orantılıdır. Rasyona giren yemin fiyatındaki artış oranına bağlı olarak karlılık azalmaktadır. Bu nedenle, ruminantların rasyonlarında kullanılan yemlerin kaliteli ve ucuz olması büyük önem taşımaktadır. Ruminant beslenmede kaba yem kullanımı, yoğun yem tüketimini düşürerek rasyonun maliyetini düşürür. Bunun yanı sıra et ve süt üretim maliyetleri de düşmüş olur. Türkiye'deki hayvancılığın ileri düzeye taşınabilmesi için çözümlenmesi gereken konulardan biri kaliteli ve ucuz kaba yem üretiminin düzenli sağlanmasıdır (Alçiçek, 2021).

Büyükbaş hayvan varlığımız içerisinde yer alan sığır sayısı; haziran ayında 18 milyon 124 bin baş, bir önceki yılın aralık ayında 17 milyon 965 bin baş iken %0,9 artış göstermiştir. Manda sayısı ise %0,9 artış göstererek 192 bin 489 baştan 194 bin baş seviyesine ulaşmıştır. Küçükbaş hayvanlar arasında yer alan koyun sayısı, haziran ayı sonunda bir önceki yılın aralık ayına göre %7,3 artış göstererek 42 milyon 126 bin baştan, 45 milyon 182 bin başa, keçi sayısı da %2,1 artış göstererek 11 milyon 985 bin baştan 12 milyon 235 bin baş seviyesine ulaşmıştır (TUİK,2021).

Yaklaşık 500 kg canlı ağırlığında (CA) bir sığırın yaşama payı besin madde gereksinimini karşılayabilmek için, 4 kg/gün kaliteli kuru ot ve 10 kg/gün kaliteli yeşil ot veya silaj verilmesi gerekir (Alçiçek, Kılıç, Ayhan ve Özdoğan,2010). Her yıl hayvan sayısındaki artışa bağlı olarak yem bitkileri ekim alanları ya da üretiminde artış sağlanamadığı durumda, kaliteli kaba yeme olan ihtiyaç sürekli artacaktır (Özkan ve Şahin-Demirbağ,2016).

Ülkemizde, kaba yem ihtiyacının karşılanmasında mısır silajının önemli bir yeri vardır. Suda çözülebilir karbonhidrat (SÇK) içeriğinin yüksek, tampon kapasitesinin düşük, kuru madde (KM) içeriğinin oransal olarak yüksek olmasından dolayı mısır bitkisi silaj yapımında en çok kullanılan yem bitkisidir. Ancak, hasat dönemine göre fermantasyon etkinliği değişim göstermektedir (Filya, 2001). Bu nedenle, laktik asit bakterisi inokulantlarının silaj fermantasyonunu iyileştirmedeki etkinliği ve biyolojik köküne sahip olmaları son yıllarda kullanımını yaygınlaştırmıştır.

Hayvan beslemede, rasyon maliyetlerini düşürmek ve hayvanın gereksinimlerini karşılayabilmek için alternatif yem kaynaklarına eğilim her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle, insan beslenmesinde önemli bir yeri olan gıda kaynaklarını korumak ve onlardan en iyi şekilde yararlanabilmek, ayrıca maliyeti düşürerek karlılığı arttırmak için alternatif yem bitkileri ve yem katkılarının etkileri pek çok araştırmanın konusunu oluşturmuştur (Çimrin ve Tunca, 2012).

Sütün *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus* bakterilerinin oluşturdukları ürünler yoluyla yoğurda dönüşümü gerçekleşmektedir (Anonim, 2006). Yapılan bir çalışmada, depolamanın 21. gününde *S. thermophilus* sayısının 8,28-9,09 log₁₀ kob/g, *L.bulgaricus* sayısının 7,06-8,51 log₁₀ kob/g arasında değiştiği bildirilmektedir (Çelik, 2007). Ekşi yoğurttaki ana bakteriler *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* olduğu bildirilmiştir (Tharmaraj ve Shah, 2003). Geri dönüşümün ön planda olduğu günümüzde, tadı ekşidiği için raf ömrü dolan yoğurtların alternatif kullanım alanlarının oluşturulması gerekmektedir. Silaj yapımında son yıllarda çok tercih edilen bakteriyal inokulantların doğal bir alternatifi olarak ekşi yoğurtlar kullanılabilir. Ancak konuyla ilgili bilimsel verilerin oluşturulması gerekmektedir.

Bu bilgilerin ışığında planlanan araştırmanın amacı, ekim ayında biçilen mısıra laktik asit bakterilerinin doğal kaynağı olarak ekşi yoğurt ilavesinin silaj fermantasyon kalitesine, aerobik stabilite ve *in vitro* sindirilebilirlik üzerine etkilerini belirlemektir.

1.1 Literatür Özeti

Buğdaygiller familyasına ait olan mısırın (*Zeamays L.*) kökeni yıllardır tartışma konusu olmuş ve yabani teosinteden (*Zeamayssp. parviglumis*) geldiği büyük ölçüde kabul görmüştür. Günümüzde, kültür mısır çeşitleri Orta Amerika ve Meksika'da doğal olarak yetişen yıllık teosinte türleri ile aynı tür olarak sınıflandırılır. Amerika'daki yerliler 7000 yıldan daha uzun süren seleksiyon çalışmalarıyla, yabani bir bitki olan teosinteyi kendileri için hayati önem taşıyan bir kültür bitkisi haline getirmişlerdir(Özcan,2009). Amerika kıtasının keşfinden sonra mısır, önce İspanya'ya getirilmiş ardından da Afrika ve Asya'ya yayılmıştır. Mısır bitkisi 1600'lü yıllarda Suriye aracılığıyla, Mısır'dan İstanbul'a "Mısır buğdayı" ya da "Mısır darısı" adıyla getirilmiş olup zamanla kısaltılarak mısır adını almıştır (Eren,1999).Silaj üretiminde materyal olarak en çok tercih edilen yem bitkisi mısırdır (Borreani, Tabacco, Schmidt, Holmes ve Muck, 2018). Son yıllarda mısır, silaj yapım tekniklerinin gelişmesiyle geniş getiren hayvanlar için dünya üzerinde en önemli silaj bitkileri arasında yer almıştır. Silajlık mısırın; geniş adaptasyon yeteneği, yüksek enerji içeriği, makineli tarıma uygunluğu, hasat kolaylığı ve depolanmasının kolay oluşu, sindirilebilirliğinin yüksek olması, silajının kalite ve lezzet bakımından istenilen düzeyde olması, birim alandan yüksek verim alınması ve kolay silolanabilmesi gibi önemli özelliklere sahiptir (Turgut,2002).

Silaj, suca zengin yeşil yemlerin oksijensiz ortamda bırakılarak süt asidi bakterilerinin etkisi ile fermente edilmesiyle elde edilen bir kaba yemdir. Fermantasyon sonunda, elde edilen yem genelde yapıldığı başlangıç materyalinin adı ile bilinir. Bu adlandırmaya örnek olarak mısır silajı, yonca silajı, şekerpancarı yaprağı silajı, ot silajı gibi adlandırılır. Gerek besi hayvancılığı gerekse de süt hayvancılığında, hayvanların yeşil yem ihtiyaçlarını taze olarak karşılamak yılın belli dönemlerinde mümkün olmadığından, su içeriği zengin kaba yem ihtiyaçlarının karşılanması için silaj üretimi yapılmaktadır (Şahin ve Zaman,2010).

Silaj yapımı sırasında, dikkat edilmesi gereken önemli iki faktör vardır. Öncelikle bitkisel materyalin olgunluk (vegetasyon) dönemine dikkat edilmelidir. İkinci olarak da, amanejman kuralları ve silaj yapan kişinin bilgi düzeyinin yeterliliğidir. Silolanacak bitkinin, silolanabilirlik açısından büyük önem taşıyan temel özelliklerinden birkaçını taşıması gerekmektedir. Bunlar bitkinin KM içeriği, SÇK miktarı ve tampon kapasitesidir. Anılan özelliklere göre, silolanabilirlik açısından mısır bitkisinin mükemmel yakın bir olduğu

bilinmektedir. Buğdaygil yem bitkilerinin baklagillere göre SÇK içeriği genellikle daha yüksek ve tampon kapasiteleri daha düşüktür (Bolsen, Ashbell ve Weinberg, 1996).

Mısır, ikinci ürün olarak da yetiştirilmektedir. İkinci ürün mısırın ekim zamanı bölgeye ve hasat zamanına göre değişmektedir. Hasat zamanı, ikinci ürün silajlık mısır için yağışların arttığı ekim ayında yapılmasından dolayı, silaj için önerilen optimum KM (%30-35) oranına ulaşmak güçleşir (Ranjbari, Ghorbani, Nikkhah ve Khorvash, 2007) ve silaj yapımında düşük KM'li mısır kullanılır. Bunun sonucunda da, silo suyu çıkışında artış, silajın ham besin madde içeriklerinde azalma, düşük aerobik stabiliteye sahip silaj üretimi sorunu ortaya çıkar. Ayrıca, silo suyunda artış çevre kirliliğine de neden olur (Gebrehanna, Gordon, Madani, Vanderzaagve Wood,2014). Bu olumsuzlukların önüne geçebilmek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Mısır bitkisinin soldurmaya uygun olmamasından dolayı, silaj yapılacak olan düşük KM'li mısıra katkı maddesi olarak laktik asit bakterisi (LAB) inokulantların ilave edilmesi kullanılan yöntemlerden biridir (Muck vd.,2018).

Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa ve diğer pek çok ülkede LAB inokulantları yaygın olarak kullanılan katkı maddelerindedir. Bunların yapısını, silajda yaygın olan *Lactobacillus*, *Pediococcus* ve *Enterococcus* gibi mikroorganizmalar oluşturmaktadır (McDonald, Henderson ve Heron, 1991). Silaj katkı maddelerinden yaygın olarak kullanılan homofermantatif LAB inokulantları, hızla laktik asit üreterek silajın pH'sını düşürürler. Böylece, zararlı mikroorganizmaların gelişimi engellenerek silaj fermantasyonu kontrol altına alınır ve fermantasyon etkinliği geliştirilmiş olur (Weinberg ve Muck, 1996). Yürütülen çalışmalarla homofermantatif LAB inokulantlarının fermantasyon etkinliğini geliştirdiği bildirilmiştir (Filya ve Sucu, 2010; Koç, Öztürk Aksoy, Agma Okur, Celikyurt, Korucu ve Özduven, 2017).

Sanderson (1993) %32 KM'li mısıra homofermantatif LAB inokulantı eklenmesinin silaj fermantasyonunu geliştirdiğini bildirmiştir. Bolsen vd. (1996)'da mısıra LAB inokulantı ilavesinin, mısır silajlarının pH'sını ve NH₃-N içeriklerini düşürdüğünü belirlemiştir. Ayrıca, silolamanın 90. gününde kontrol ve LAB inokulantlı grupların pH'larını sırasıyla 3,7 ve 3,7; NH₃-N içeriklerini %0,2 ve 0,2; LA içeriklerini % 4,8 ve 5,3; asetik asit içeriklerinin de %2,1 ve 1,6 olduğunu bildirmiştir.

Özduven, Koç ve Yurtman (1999) *Lactobacillus plantarum* ilavesiyle silolanan mısır silajlarının fermantasyonun 60. gününde, kontrol ve LAB inokulantlı gruplarda pH değerlerini

sırasıyla 3,86 ve 3,73; HP içeriklerini %5,9 ve 5,7; NH₃-N içeriklerini %0,6 ve 0,5; SÇK içeriklerini %8,3 ve 9,8; LA içeriklerini % 2,5 ve 2,6; asetik asit (AA) içeriklerini %0,8 ve 0,8 olarak belirlemiştir.

Filya, Ashbell, Hen ve Weinberg (2000), LAB inokulantlarının süt olum döneminde hasat edilen buğday silajlarının fermantasyon özelliklerini saptamak amacıyla yürüttükleri çalışmada, silolama öncesi buğday hasıllarında pH, KM, SÇK, HK ve HP içeriklerini sırasıyla 6,7; 368 g/kg; 52 g/kg KM; 93 g/kg KM ve 138 g/kg KM olarak bulmuşlardır. Silolama sonrası (65. gün) buğday silajlarında kontrol, *L. plantarum* + *Enterococcus faecium* ve *L. pentosus* içeren inokulant gruplarında pH düzeylerini sırasıyla 4,4; 3,9 ve 3,9; SÇK içeriklerini 43, 26 ve 25 g/kg KM; LA içeriklerini 8, 35 ve 28 g/kg KM; AA içeriklerini 6, 4 ve 5 g/kg KM olarak belirlemiştir. Araştırmacılar, her iki LAB inokulantının da buğday silajlarının fermantasyon özelliklerini iyileştirdiğini bildirmişleridir.

Aksu, Baytok ve Bolat (2003), mısır silajına LAB inokulantı eklenmesinin silajın pH'sını ve bütirik asit (BA) içeriklerini kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşürdüğünü, LA içeriğini artırdığını, AA içeriğini ise etkilemediğini bildirmiştir. İnokulant kullanılan silajlardaki BA miktarının (%5,4) kontrol grubuna göre (%7,1) daha düşük bulunması, inokulant kullanılan silajlardaki yüksek LA miktarının proteolitik aktiviteyi inhibe etmesiyle açıklanmıştır.

Filya (2003a) homofermantatif LAB inokulantının mısır ve sorgum silajlarında etkilerini incelediği çalışmasında; silolamanın 90. gününde mısır silajlarının kontrol ve LAB gruplarının pH'larını 3,7 ve 3,6; SÇK içeriklerini %3,1 ve 2,5; LA içeriklerini %4,0 ve 7,9; AA içeriklerini ise %1,2 ve 0,3 olarak belirlemiştir. Bunun yanı sıra 48 saatlik inkübasyon süresi sonunda mısır silajlarının *in situ* rumen KM parçalanabilirliklerini, kontrol ve LAB inokulantı gruplarında sırasıyla %46,4 ve 46,6; OM parçalanabilirliklerini ise %47,8 ve 48,3 olarak bildirmiştir.

Filya (2003b) *L. plantarum*, *L.buchneri* ve bunların karışımlarını; mısır, sorgum ve buğdaya ilave ederek 60 günlük fermantasyon sonunda etkilerini incelemiştir. Mısır silajlarında *in situ* rumen KM parçalanabilirliklerini kontrol ve *L. plantarum* gruplarında, sırasıyla %53,4 ve 54,1; OM parçalanabilirliklerinin ise %54,7 ve 55,4 olduğunu belirlemiştir. Ayrıca araştırmacı, LAB inokulantlarını mısır silajlarının KM ve OM parçalanabilirliklerini etkilemediğini belirtmiştir.

Filya, Sucu ve Hanoğlu (2003) hamur olum d6neminde hasat edilen mısıra iki farklı homofermantatif LAB inokulantı (ÍA ve İB) eklemiş ve 90 g6nl6k fermentasyon sonunda; LAB inokulantlarının pH ve NH₃-N d6zeylerini kontrol grubuna g6re 6nemli oranda d6ş6rd6đ6n6, SÇK ve LA içeriklerini ise 6nemli oranda artırdığını bildirmiştir. Araştırcılar *in situ* rumen KM ve OM parçalanabilirliklerinin arttığını, ancak bu artışın istatistiki olarak 6nemsiz olduğunu belirtmişlerdir.

Muck (2004), *Pediococcus pentosaceus Propionibacteriumjensei* içeren bakteri inokulantı (ÍA) ve *Lactobacillus plantarum+Enterococcus faecium* (İB) içeren bakteri inokulantlarını, 6 farklı KM içeriğine sahip (%17,3; 24,6 ve 26,3) mısıra 6 yıl(1999, 2000 ve 2001)ilave ederek fermentasyon kalitesine etkisini incelemiştir. Araştırıcı, inokulantların silaj pH'sına etki g6stermediğini, 6 yılda da kontrol grubuyla pH'ların benzer bulunduğunu bildirmiştir.

Homofermantatif LAB inokulantlarının aerobik stabilite 6zerindeki etkileri ise değişken olmuştur. Ranjit ve Kung (2000) homofermantatif LAB inokulantlarının silajların aerobik stabilitesini geliştirdiğini bildirirken, Muck (2004) d6ř6rd6đ6n6; Hu, Schmidt, McDonell, Klingerman ve Kung(2009)'da etkilemediğini bildirmiştir. Aerobik stabilite 6zerine homofermantatif LAB inokulantlarının olumsuz etkileri, uçucu yağ asitleri (UYA) ve NH₃-N d6zeylerinin d6ř6k olmasından dolayı, maya ve k6fleri inhibe edememesiyle ilişkilendirilmektedir (Kung, Taylor, Lynch ve Neylon, 2003).

Yoğurt, T6rk Gıda Kodeksi'nde s6t6n *Lactobacillus bulgaricus*ve *Streptococcus thermophilus* bakterilerinin laktik asit fermentasyonuyla oluşan koag6le bir s6t 6r6n6 olarak, T6rk Standartlar Enstit6s6'n6n (TSE) 1330 sayılı Yoğurt Standardı'nda ise "iğ s6t veya past6rize s6t standartlarına uygun, tercihen homojenize edilmiş s6tlerin *S.thermophilus* ve *L.bulgaricus*'un etkisiyle laktik asit fermentasyonu sonucu elde edilen ve yoğurt k6lt6rlerini canlı olarak içeren fermente bir s6t 6r6n6d6r" şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim, 2005; Anonim, 2006). *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus* bakterilerinin oluşturdukları 6r6nler yoluyla s6t6n yoğurda d6n6ř6m6 gerçekleşmektedir (Anonim, 2006). S6t6n ink6basyonu sırasında, yoğurt bakterilerinin simbiyotik ilişki içinde oldukları, birbirlerinin metabolizma 6r6nlerini kullanarak asit oluşturma etkinliklerini artırdıkları bildirilmektedir. *L.bulgaricus*'un daha fazla proteolitik enzim aktivitesine sahip olmasından dolayı 6nce 6rediği, kazeini hidrolize ederek *S.thermophilus* için b6y6me fakt6r6 olan valin, histidin ve glisin gibi bazı serbest amino asitleri oluşturduğu, oluşan bu aminoasitleri ise

S.thermophilus'un kullanarak üremesini hızlandırdığı bildirilmektedir (Biberoğlu, 2012). Yapılan bir çalışmada, İskenderun'da yoğurtlardan izole edilen yoğurt bakterilerinin kullanımıyla elde edilen yoğurtların kuru madde (KM) miktarının %14,50-17,64, protein miktarının %3,56-4,39, yağ miktarının %2,40-3,35 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca, depolamanın başlangıcında *Streptococcus thermophilus* sayısının 8,79-9,32 log kob/ml, *Lactobacillus bulgaricus* sayısının ise 8,3-9,38 log kob/ml olduğu bulunmuştur. Depolamanın 21. gününde ise *Streptococcus thermophilus* sayısının 8,28-9,09 log kob/g, *Lactobacillus bulgaricus* sayısının 7,06-8,51 log kob/g arasında değiştiği bildirilmektedir (Çelik, 2007). Ekşi yoğurttaki ana bakteriler *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus* olduğu bildirilmiştir (Tharmaraj ve Shah, 2003).

Geri dönüşümün ön planda olduğu günümüzde, tadı ekşidiği için raf ömrü dolan yoğurtların alternatif kullanım alanlarının oluşturulması gerekmektedir. Silaj yapımında son yıllarda çok tercih edilen bakteriyel inokulantların doğal bir alternatifi olarak ekşi yoğurtlar kullanılabilir. Ancak konuyla ilgili bilimsel verilerin oluşturulması gerekmektedir.

Yapılan literatüre araştırmasında, konuyla ilgili sınırlı sayıda araştırmaya (Kiani, Fallah, ve Azarfar, 2012) ulaşılmıştır. Kiani vd., (2012), kuru madde esasında göre %5 ekşi yoğurt ilave ederek fermantasyon seyrini incelemiş; 10.,30. ve 70. günlerde fiziksel analizlerle renk, koku ve görünüşünü değerlendirmiş kimyasal analizlerden kuru madde, pH, kül, ham protein, amonyak azotu değerlerini, ayrıca Flieg puanını hesaplamıştır. Ancak araştırmacı sonuçlarını verirken, ekşi yoğurt içeren mısır silajının 10.,30. ve 70. günlerde elde ettiği verileri açık şekilde bildirmemiştir. Ekşi yoğurt mısır silajının pH, kül içeriği ve NH₃-Nflie değerlerinin önemli ölçüde düşürürken, Flieg puanı, ham protein ve toplam nitrojenin arttığını bildirilmiştir. Araştırmacılar ayrıca, ekşi yoğurt ilavesinin mısır silajı kalitesine etkilerinin ayrıntılı kimyasal özellikler ve hayvansal üretimle birlikte araştırılması gerektiğini belirtmişlerdir.

1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Yürütölen bu yüksek lisans tezinin amacı, mısıra laktik asit bakterilerinin doğal kaynağı olarak ekşi yoğurt ilavesinin silaj fermantasyon kalitesine, aerobik stabilite ve *in vitro* sindirilebilirlik üzerine olan etkilerini belirlemektir.



2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

Araştırma materyalini ekim ayında biçilmiş 2. ürün mısır (Pioneer 32K61) ve ekşi yoğurt oluşturmuştur. Taze mısırın ve ekşi yoğurdun, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2. 1 Başlangıç materyaline ilişkin kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları

İçerik	Mısır	Yoğurt
KM, % TM	23,7	12,99
HP, %	7,81 KM	5,48 DH
HK, %	6,20 KM	0,95 DH
NDF, g/kg KM	53,76	-
ADF, g/kg KM	28,13	-
Hemiselüloz, g/kg KM	25,63	-
pH	5,63	3,5
Bc, mEqNaOH kg/KM	280,65	-
SÇK g/kg KM	117,89	90,29
LAB, kob/g KM	8,75	4,54
Maya, kob/g KM	8,76	5,0
Küf, kob/g KM	0,00	-
Enterobakteri log ₁₀ , kob /g KM	8,16	2,36

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, Bc: Tampon kapasitesi, LAB: Laktik asit bakterileri, kob: koloni oluşturan birim.

2.2 Yöntem

2.2.1 Silajların Hazırlanması

İkinci ürün olarak yetiştirilen silajlık mısır, silaj makinesiyle yaklaşık 1,5-2,0 cm boyutlarında parçalanmış şekilde tarladan alınıp laboratuvara getirilmiştir. Yoğurt satın alınırken, tadı ekşi olduğu için tüketicilerin tercih etmediği ve son kullanım tarihinin yaklaşmış olmasına özen gösterilmiştir. Deneme grupları; yoğurt ilave edilmeyen kontrol, 10

g/kg taze mısır (Y10), 20 g/kg taze mısır (Y20), 30 g/kg taze mısır (Y30), 40 g/kg taze mısır (Y40) ve 50 g/kg taze mısır (Y50) olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Farklı oranlarda yoğurt mısırına ilave edilerek homojen karışımı sağlanmıştır. Mısır, oksijen bariyerli polietilen poşetlere konulduktan sonra 0.1 mPa vakum seviyesinde 25 saniye vakumlanmıştır (Tan ve Büyüktosun, 2016). Örneklerin vakumlanarak paketlenmesi amacıyla Şekil 2.1' de gösterilen CAS CVP 260 PD marka vakum makinesi kullanılmıştır. Her grup için 4'er tane olmak üzere toplam 24 paket, laboratuvar koşullarında (10-20 °C) 60 gün fermantasyona bırakılmıştır.



Şekil 2.1. Vakum makinesi

2.2.2 Silajların Açımı ve Fiziksel Analizleri

Silajların duysal kalitesinin belirlenmesinde Alman Tarım Örgütü (DLG) tarafından geliştirilen silajın renk, koku ve strüktür gibi fiziksel özelliklerini esas alan ve Çizelge 2.2' de verilen Flieg Puanlama Yöntemi kullanıldı (Akyıldız, 1984; Alçiçek ve Özkan, 1996; Kılıç, 1986). Çizelge 2.2' den elde edilen puanların toplamı Çizelge 2.3 esas alınarak değerlendirildi.

Çizelge 2.2 Flieg puanlama yöntemi

1.Koku	Puan
1.1.Tereyağ asidi kokusuz, hafif ekşimsi, meyvemsi ve aromatik koku	14
1.2.Az miktarda tereyağ asidi, kuvvetli ekşi koku ve hafif kızışma	8
1.3.Orta derecede tereyağ asidi kokusu, kuvvetli kızışma-küf kokusu	4
1.4.Kuvvetli tereyağ asidi veya amonyak kokusu, çok hafif ekşi koku	2
1.5.Kuvvetli çürük veya küf kokusu	0
2.Strüktür	
2.1.Posanın yapısı bozulmamış	4
2.2.Posanın yapısı biraz bozulmuş	2
2.3.Posanın yapısı çok bozulmuş, küflü ve hafif kirli	1
2.4.Posalar çürümüş veya aşırı kirlenme	0
3.Renk	
3.1.Yem rengini koruyor	2
3.2.Renk çok az değişmiş	1
3.3.Renk çok değişmiş	0

Çizelge 2.3. Silajların Flieg Puanı'na göre değerlendirilmesi

Toplam Flieg puanı	Silajın kalite sınıfı	Ortalama besin madde kaybı
20-18	I – Pekiyi	% 10 – 15
17-14	II- İyi	% 15 -20
13-10	III- Orta	% 20 – 25
5-9	IV- Değeri az	% 25 -50
0-4	V- Kötü (işe yaramaz)	% 50 ve üzeri

Silajların kuru madde içeriği ve pH değeri arasındaki ilişkilerden yararlanılarak bir regresyon eşitliği yardımıyla silajların kalite sınıfı belirlendi (Kılıç, 1986).

$$\text{Flieg Puanı:} [220 + (2 \times \text{KM} (\%) - 15)] - 40 \times \text{Ph} \quad (2.1)$$

Yukarıdaki eşitlikten elde edilen Flieg puanı ile Çizelge 2.4'te verilen puan kriterlerine göre, silajların kalite sınıflandırılması yapılmıştır (Kılıç,1986).

Çizelge 2.4 Kuru madde ve pH değerine göre hesaplanan Flieg puanına göre silajların kalitesi

Hesaplanan Flieg Puanı	Silaj Kalite Sınıfı
0-20	I - Pekiyi
21-40	II- İyi
13-10	III- Orta
5-9	IV- Değeri az
0-4	V- Kötü (işe yaramaz)

Silaj örneklerinin bir kısmı pH, laktik asit, suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK), aerobik stabilite (4. ve 8. gün), amonyak azotu (NH₃-N) ve mikrobiyolojik analizler için ayrılmış, bir kısmı da *in vitro* enerji içeriklerini belirlemek için 60 °C sıcaklıkta kurutulmuştur.

Örneklerin pH değerleri, dijital bir pH metreyle, tampon kapasitesi Playne ve McDonald (1966)'a göre, LA spektrofotometrik metot (Barker ve Summerson, 1941) ile belirlenmiştir. Silajların amonyak azotu (NH₃-N) ve SÇK içerikleri Anonim (1986)'ya göre gerçekleştirilmiştir. LAB, maya ve küf analizleri Seale, Pahlow, Spoelstra ve Lindgren, (1990) tarafından geliştirilen yöntemle belirlenmiştir. Aerobik stabilite testi Ashbell, Weinberg, Azrieli, Hen ve Horev (1991) tarafından geliştirilen yöntemle yapılmıştır.

Silaj örneklerinin mikrobiyolojik (laktik asit bakterisi, enterobakter, maya ve küf) analizleri Seale vd., (1990) tarafından geliştirilen yöntemle belirlenmiştir. Analizlerin gerçekleştirilmesinde 10 g örnek steril %0,9'luk 90 ml NaCl çözeltisinde karıştırılıp mikroorganizmaların mümkün olduğu ölçüde materyalden ayrılması sağlanmıştır. Elde edilen stok örnekten logaritmik seride dilisyonlar hazırlanarak ekim işlemi yapılmıştır. Laktik asit bakterileri (LAB) için ekim ortamı olarak de Man, Rogosa and Sharpe Agar (MRS), maya ve küfler için Malt Ekstrakt Agar (MEA) kullanılmıştır. Enterobakteriler için Violet Red Bile Agar (VRB) kullanılmıştır. Örneklere ait LAB için 37 °C sıcaklıkta 5 günlük, maya ve küfler için 28-30 °C sıcaklıkta 3-5 günlük, enterobakter için 28-30 °C sıcaklıkta 24-48 saat inkübasyon dönemlerini takiben gerçekleştirilmiştir. Örneklerde saptanan LAB, enterobakteri, maya ve küf sayıları logaritma koloni oluşturma birimine (kob/g) çevrilmiştir.

2.2.3 Ham Besin Madde İçeriklerinin Belirlenmesi

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). Silajlar 1 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş ve 0,5-1 g cam bir 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 kaptaki 22,8 g susuz di sodyum hidrojen sülfat tartılmış, distile su ilave edilmiş ve hafifçe ısıtılarak çözülmüştür. İlk çözeltiliye ilave edilmiş, karıştırılmış ve 5 litreye seyreltilmiştir.

Çözelti pH değeri 6,9-7,1 arasında kontrol edilmiştir. Birkaç damla dekalın, 0.5 g sodyum sülfid katılmış ve geri soğutucuya takılmıştır. Çözelti hızla kaynama durumuna getirilmiş ve bir saat kaynatılmıştır. Ateşten alınıp 10 dakika tutulmuştur. 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.

$$\text{Hesaplama: NDF (g/kg KM)} = a - b/N \times 1000 \quad (2.2)$$

a = NDF içeren kuru cam krozenin ağırlığı, g

b = cam krozenin darası alınmış ağırlığı, g

N = örneğin ağırlığı, g

ADF analizinde, yem örneği cetiltrimetil amonyum bromidin (CTAB)-H₂SO₄ solüsyonu ile kaynatılmıştır. Filtrasyon sonrasında başlıca lignoselüloz ile silikadan oluşan ve ADF olarak adlandırılan çözünmeyen materyal kalmıştır (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 dekalın ilave edilmiştir. Isıtıcıya konmuştur. Solüsyon hızla kaynama durumuna getirilmiş ve 1 saat hafifçe kaynatılmıştır. Düşük bir vakum ile darası alınmış cam krozeden 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.

$$\text{Hesaplama: ADF (g/kg KM)} = a - b / N \times 1000 \quad (2.3)$$

a = ADF içeren kuru cam kroze ağırlığı, g

b = Darası alınmış cam krozenin ağırlığı, g

N = Numune miktarı, g

ADL analizinde, %72'lik sülfirik asit içeren çözelti (%72'lik H₂SO₄- CTAB) selülozu ayırıştırması ile elde edilen kalıntının kül firmında yakılması ile kütni de içeren lignin miktarı saptanmıştır (Close ve Menke, 1986). Bir mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş örnekten 0.5 g kadar behere tartılmıştır. 100 ml'lik soğuk %72'lik H₂SO₄- CTAB (100 g CTAB 5 litre %72'lik sülfirik asitte çözdürülmüştür, gerekirse filtre edilmiştir) ve birkaç damla dekalın ilave edilerek ısıtıcıya konmuştur. Çözelti hızla kaynama durumuna getirilmiş ve bir saat hafifçe kaynatılmıştır. Düşük bir vakum ile darası alınmış cam krozeden sıcakken filtre

edilmiştir. Kalıntı kaynamaya yakın sıcaklıktaki su ile köpük oluşumu bitene kadar yıkanmıştır. Daha sonra asetonla yıkama işlemine devam edilmiştir. Cam kroze yarıya kadar hazırlanan asit çözücü solüsyonu ile doldurulmuş ve asit uçana kadar karıştırılmıştır. Bu işlem üç defa tekrarlanmıştır. Oda sıcaklığında 3 saat muhafaza edilmiştir. Daha sonra düşük vakumla süzülmüştür. Kroze 103 °C sıcaklıkta 4 saat kurutulmuş veya 100 °C sıcaklıkta bir gece tutulmuştur. Desikatörde alınmış, soğutulmuş ve tartılmıştır. Yakma fırınında 500-550 °C sıcaklıkta 3 saat yakılmıştır. Desikatöre alınmış, soğutulmuş ve tartılmıştır.

$$\text{Hesaplama: ADL (g/kg KM)} = a - b / N \times 1000 \quad (2.4)$$

a = Krozenin kurutmadan sonraki ağırlığı, g

b = Krozenin yakmadan sonraki ağırlığı, g

N= Numune miktarı, g

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

$$\text{Selüloz (g/kg KM)} = ADF - ADL \quad (2.5)$$

$$\text{HSEL (g/kg KM)} = NDF - ADF \quad (2.6)$$

2.2.4 Enzimatik Yöntem (Selülaz Yöntemi)

Araştırmanın konusunu oluşturan silaj örneklerinin metabolik enerji içeriklerinin belirlenmesinde, enzimde çözünen organik madde miktarının belirlenmesi temeline dayalı olan selülaz yöntemi kullanılmıştır (De Boever, Cottyn, Buysse, Wainman ve Vanacker, 1986; Naumann ve Bassler, 1993). *In vitro* sindirilebilirlik ve enerji içeriği Naumann ve Bassler (1993)'e göre belirlenmiştir. Bu amaçla, 1mm'lik çapında elekten geçecek şekilde öğütülmüş yaklaşık 300 mg yem örneği daha önceden altı kapatılmış süzgeçli cam kaplara tartılmış ve 40 °C'ye kadar ısıtılmış pepsin-HCl çözeltisinden ilave edilerek 40 °C sıcaklıkta 24 saat süre ile inkübasyona bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda cam kaplar 80 °C su banyosunda 45 dakika bekletildikten sonra sıcak saf suyla yıkanmıştır. Daha sonra 24 saat süre ile 30 ml sellülaz-buffer çözeltisi ilave edilerek 40 °C sıcaklıkta 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda sıcak saf suyla yıkanmış ve 105 °C sıcaklıkta bir gece bekletilmiştir. Kuru ağırlıkları alındıktan sonra 550 °C kül fırınında en az 4 saat yakılmıştır. Yakma işleminden sonra kaplar tekrar tartılmıştır. Elde edilen tartımlardan yararlanılarak yem

örneklerinin, enzimde çözünen organik madde (EÇOM) miktarları ve enzimde çözünmeyen organik madde miktarları (EÇMOM) aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır (Naumann ve Bassler, 1993).

$$EÇOM, \% = KM - HK - G, \quad (2.7)$$

KM: Örneğin kuru madde içeriği, %

HK: Örneğin ham kül içeriği, %

G: Fırında yakma sonrası kayıp, %

$$OMS (\%) = (EÇOM \times 102 / 100 - HK \%) \quad (2.8)$$

$$EÇMOM (g/kg) = 1000 - CA (g/kg DM) - (EÇOM \% \times 10) \quad (2.9)$$

Metabolik enerji içeriklerinin belirlenmesinde Weißbach, Kuhla ve Schmidt (1996)'in bildirdiği aşağıda verilen eşitlik kullanılmıştır.

$$**ME (MJ/kg DM) = 13.98 - 0.0147*HK - 0.0102*EÇMOM - 0.00000254* EÇMOM^2 + 0.00234*HP$$

*g/kg KM, **Kcal'e çevrilmiştir.

2.2.5 Aerobik Bozulmaya Dirence İlişkin Analizler

Ashbell, Weinberg, Azrieli, Hen ve Horev (1991) tarafından geliştirilen yöntemle göre silajlara 7 günlük aerobik stabilite testi uygulanmıştır. Aerobik stabilitenin 4. ve 8. günündeki silaj örneklerinin pH değerleri ölçülmüş ve karbondioksit (CO₂) üretimleri saptanmıştır.

Araştırmada, aerobik stabilite testinin uygulanması için 1atm ve 25°C de 24 saatteki CO₂ geçirgenlik oranı 15-25 mL/mil/254 m olan stabil, aşınmaya dirençli gaz sızdırmaz özellikteki 1.5L'lik polietilen (PET) şişeler kullanılmıştır. PET şişenin kapak kısmına ve alt kısmına hava akımını sağlamak için 1cm çapında delik açılıp üzeri kapatılmıştır. Daha sonra 250-300 g arasında taze silaj örnekleri sıkıştırılmadan yerleştirilmiş ve %20'lik potasyum hidroksit (KOH) çözeltisinden 100mL cam kaba konularak şişenin altına konulmuştur. Hazırlanan söz konusu ünite 7 gün oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bu sayede aerobik aktivite sonucu silaj örneklerinde oluşan ve havadan 1,5 kat daha yoğun olan CO₂ gazı altta çökerek tabanda tutulmuştur. Çözeltiden 10 ml alınarak 1N'lik %37'lik hidroklorik asit çözeltisiyle titre edilmiştir. pH değerinin 3,6-8,1 arasında harcanan HCl miktarı saptanmış ve CO₂ gazı miktarı aşağıda verilen eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$CO_2 = 0.044 \times T \times V / (A \times TM \times KM) \quad (2.10)$$

T = Titrasyonda harcanan 1 NHCl asit miktarı (mL)

V = %20 KOH çözeltisinin toplam hacmi (mL)

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

TM = Taze materyalin ağırlığı (kg)

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

2.2.6 İstatistiksel Analizler

Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiki olarak değerlendirilmesinde varyans analizi, ortalamalar arasındaki farklılıkların önem seviyesinin kontrolünde ise Duncan çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır (Soysal, 1998). İstatistiksel değerlendirmede SPSS paket programı kullanılmıştır.



3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Silolamanın 60. gününde açılan silajların fiziksel değerlendirme sonuçları Çizelge 3.1’de verilmiştir. Yapılan değerlendirmeye mısır silajına yoğurt ilavesi kokuyu olumlu yönde etkilemiştir. Strüktürde herhangi olumsuz bir etki göstermemiş, yoğurt ilavesi rengi olumlu yönde etkilemiştir. Özellikle Y30 grubunda, diğer gruplara göre koku daha hoş, renk daha canlı, yeşil ve strüktürde yaprak-dane bütünlüğü ilk günkü gibi tazeliğini korumuştur. Bütün grupların fiziksel değerlendirme sonucunda belirlenen kalite sınıflarına bakıldığında, pekiyi olduğu Çizelge 3.1’den de görülmektedir.

Çizelge 3.1 Silajların fiziksel değerlendirmeleri ve Flieg puanlaması (n=4)

Grup	Koku	Strüktür	Renk	T. Puan	Kalite Sınıfı	Flieg Puanı	Kalite Sınıfı
Kontrol	Hoş, hafif ekşi (8)	Değişmemiş (4)	Yeşil (2)	14	II-iyi	116,12	I – Pekiye
Y10	Hoş, hafif asidik(14)	Değişmemiş (4)	Yeşil (2)	20	I – Pekiye	117,48	I – Pekiye
Y20	Hoş, hafif asidik (14)	Değişmemiş (4)	Yeşil (2)	20	I – Pekiye	122,49	I – Pekiye
Y30	Hoş, hafif asidik (14)	Değişmemiş (4)	Yeşil (2)	20	I – Pekiye	121,32	I – Pekiye
Y40	Hoş, hafif asidik (14)	Değişmemiş (4)	Yeşil (2)	20	I – Pekiye	118,31	I – Pekiye
Y50	Hoş, hafif asidik (14)	Değişmemiş (4)	Yeşil (2)	20	I – Pekiye	118,21	I – Pekiye
SEM						0,84	
P						0,212	

Y10:10g/kg yoğurt, Y20: 20g/kg yoğurt, Y30:30g/kg yoğurt, Y40:40g/kg yoğurt,Y50:50g/kg yoğurt.

Flieg puanlarının ise kontrol, Y10, Y20, Y30, Y40 ve Y50 gruplarında sırasıyla 116,12; 117,48; 122,49; 121,32; 118,31 ve 118,21 olduğu bulunmuştur (P<0,01). Silajların Flieg puanları değerlendirildiğinde; kalite sınıflarının kontrol grubunun ve deneme gruplarının pekiyi olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3.2 Silajların ham besin maddesi ve hücre çeperi içerikleri, % KM'de

Grup	OM	HP	HY	HK	NDF	ADF	ADL	Hemisel	Selüloz
Kontrol	93,93 ^a	6,67 ^d	7,03 ^d	6,07 ^c	59,20 ^a	28,86 ^a	2,97 ^a	30,13 ^a	25,90 ^a
Y10	93,05 ^c	6,70 ^d	7,39 ^c	6,95 ^a	58,38 ^b	28,26 ^b	2,53 ^b	30,11 ^a	25,73 ^{ab}
Y20	93,66 ^b	6,85 ^{cd}	8,35 ^b	6,34 ^b	57,43 ^c	27,61 ^c	2,24 ^b	28,81 ^a	25,37 ^b
Y30	93,59 ^b	7,09 ^c	8,56 ^b	6,41 ^b	54,85 ^d	25,84 ^d	2,15 ^{bc}	29,02 ^b	23,69 ^c
Y40	93,54 ^b	7,57 ^b	8,88 ^a	6,46 ^b	50,90 ^e	25,23 ^e	1,71 ^d	25,67 ^c	23,52 ^c
Y50	93,43 ^b	7,88 ^a	8,94 ^a	6,57 ^b	51,11 ^e	25,05 ^e	1,76 ^{cd}	26,05 ^c	23,29 ^c
SEM	0,07	0,11	0,18	0,07	0,81	0,37	0,11	0,47	0,27
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Y10:10g/kg yoğurt, Y20: 20g/kg yoğurt, Y30:30g/kg yoğurt, Y40:40g/kg yoğurt,Y50:50g/kg yoğurt. OM: Organik madde, HP: Ham protein, HY: Ham yağ, HK: Ham kül, HS: Ham selüloz, NDF: Nötr çözücülerde çözünmeyen lif, ADF: Asit çözücülerde çözünmeyen lif, ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lif. a, b, c: Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0,01)

OM miktarı muamele gruplarında kontrol grubuna göre azalış (P<0,01) göstermiştir (Çizelge 3.2). Yapılan bu çalışmada, yoğurt ilavesiyle HP ve HY miktarında artma olduğu bulunmuştur (P<0,01). Bu durum yoğurtun HP ve HY içeriğinin yüksek olmasından kaynaklanmıştır.

Mısır silajlarının NDF, ADF ve ADL içerikleri en yüksek kontrol grubunda en yüksek olup; KM'de sırasıyla %59,20; %28,86; %2,97 bulunurken en düşük Y40 (% 50,90; %25,23; %1,71) ve Y50 (%51,11; %25,05; %1,76) gruplarında bulunmuştur (P<0,01).

Silolamanın 60. gününde açılan mısır silajlarının kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3.3'de verilmiştir. Bu dönemde silajların KM içerikleri kontrol, Y10, Y20, Y30, Y40 ve Y50 gruplarında sırasıyla %22,22, %22,91, %23,41, %22,83, %21,99 ve %21,94 olarak bulunmuştur. Mısıra ekşi yoğurt ilavesi KM'yi düşük düzeyde olumlu yönde etkilemiş (P<0,01), ancak kuru madde kayıplarını etkilememiştir (P>0,01).

Çizelge 3.3 Mısır silajlarının kimyasal analiz sonuçları

Grup	KM %	pH	SÇK g/ kg KM	LA g/ kg KM	NH ₃ -N g/ kg TN	KMK %
Kontrol	22,22 ^b	3,33	11,23 ^c	64,64 ^d	127,98 ^a	1,64
Y10	22,91 ^a	3,33	10,26 ^{dc}	66,52 ^c	122,03 ^b	1,37
Y20	23,41 ^a	3,23	10,03 ^e	66,52 ^c	114,96 ^c	1,33
Y30	22,83 ^a	3,23	10,44 ^d	68,36 ^b	111,77 ^d	1,36
Y40	21,99 ^b	3,27	11,89 ^b	69,44 ^a	112,57 ^d	1,44
Y50	21,94 ^b	3,27	13,36 ^a	69,48 ^a	116,22 ^c	1,46
SEM	0,13	0,019	0,28	0,43	1,39	0,06
P	<0,001	0,493	<0,001	<0,001	<0,001	0,814

KM: Kuru madde, SÇK: Suda çözülebilir karbonhidrat, LA: Laktik asit, NH₃-N: Amonyak azotu, TN: Total nitrojen, KMK: Kuru madde kaybı, a, b, c, d: Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0,01). Y10:10g/kg yoğurt, Y20: 20g/kg yoğurt, Y30:30g/kg yoğurt, Y40:40g/kg yoğurt, Y50:50g/kg yoğurt.

Mısır silajlarının açım günü (60.gün), kontrol ve yoğurt grupları arasında pH değerleri bakımından önemli bir farkın olmadığı belirlenmiştir (P>0,01).

SÇK içeriklerinin ise yoğurdun yüksek düzeyde ilave edildiği grupta (Çizelge 3.3) arttığı görülmüştür (P>0,01). Araştırmada, en yüksek LA içeriği Y40 ve Y50 gruplarında, 69,44 ve 69,48 g/kg KM olarak belirlenirken en düşük ise kontrol grubunda 64,64 g/kg KM olarak belirlenmiştir (P<0,01).

Amonyak azotu (NH₃-N/TN) en yüksek kontrol grubunda 127,98g/kg TN belirlenirken en düşük Y30 grubunda 111,77 g/kg TN belirlenmiştir (P<0,01). Mısıra ilave edilen yoğurt oranı arttıkça amonyak azotunun total nitrojene oranı düşmüş, ancak düzeyin artışı Y50 grubunun protein miktarının artmasıyla doğru orantılı olarak NH₃-N şeklindeki kayıplarda artışa neden olmuştur (P<0,01).

Çizelge 3.4 Mısır silajlarının mikrobiyolojik analiz sonuçları, log₁₀ kob/g

Grup	LAB	M17	TMAB	Maya	Küf	Enterobakter
Kontrol	4,13 ^c	2,34	4,19	4,27 ^{ab}	B	B
Y10	4,42 ^{bc}	2,46	4,21	4,38 ^a	B	B
Y20	5,63 ^a	2,78	4,24	4,36 ^a	B	B
Y30	5,80 ^a	2,70	4,16	4,03 ^b	B	B
Y40	4,61 ^{bc}	2,67	4,53	4,26 ^{ab}	B	B
Y50	4,66 ^b	2,76	4,48	4,26 ^{ab}	B	B
SEM	0,15	0,05	0,04	0,03		
P	<0,001	0,019	0,003	<0,001		

Y10:10g/kg yoğurt, Y20: 20g/kg yoğurt, Y30:30g/kg yoğurt, Y40:40g/kg yoğurt, Y50:50g/kg yoğurt, LAB: Laktik asit bakterileri, M17:M17 agarda gelişen laktik asit bakterileri, TMAB: Toplam mezofilik aerobik bakteri, B: Belirlenemedi. SEM: Ortalamanın standart hatası, a, b, c: Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0,01).

Mısır silajlarının açım günü (60. gün) mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 3,4'de verilmiştir. LAB sayıları kontrol, Y10, Y20, Y30, Y40 ve Y50 gruplarında sırasıyla 4.13; 4.42; 5.63; 5.80;4,61ve 4,66 log₁₀kob/g olarak belirlenmiştir. Yoğurt ilavesi LAB sayıları kontrol grubuna göre artırmıştır (P<0,01). M17 sayıları kontrol, Y10, Y20, Y30, Y40 ve Y50 gruplarında sırasıyla 2,34; 2,46; 2,78; 2,70; 2,67 ve 2,76 olarak belirlenmiş olup, kontrol grubuna göre yoğurt ilaveli gruplarda artış göstermiştir. TMAB sayıları ise kontrol, Y10, Y20, Y30, Y40 ve Y50 gruplarında sırasıyla 4,19; 4,21; 4,24; 4,16;4,53 ve 4,48 log₁₀kob/g olarak belirlenmiş olup, kontrol grubuna göre yoğurt ilaveli gruplarda artmıştır. Maya sayıları kontrol, Y10, Y20, Y30, Y40 ve Y50 gruplarında sırasıyla 4,27; 4,38; 4,36; 4,03;4,26 ve 4,26 log₁₀kob/g belirlenmiş olup mısıra ilave edilen yoğurt miktarı arttıkça maya sayısı da artmıştır. Silajların açıldığı gün enterobakteri ve küf tespit edilememiştir.

Silajlara 8 gün süre ile uygulanan aerobik stabilite testinin sonuçları Çizelge 3, 5'te verilmiştir. Aerobik stabilitenin 4. günü KM içerikleri kontrol %21,05, Y%10 18,97, Y20 %19,99, Y30 %19,62, Y40 % 18,51ve Y50 %19,31 olarak; 8. günü KM içerikleri kontrol %19,97, Y10% 17,92, Y20 %20,62, Y30 %20,17, Y40 % 19,90 ve Y50 %18,71 olarak

belirlenmiştir. Yoğurt ilavesi aerobik stabilitenin 4. ve 8. günlerinde muamele gruplarının %KM miktarını, kontrole göre azaltmıştır.

Aerobik stabilitenin ölçüm dönemlerinde kontrol, Y10, Y20, Y30, Y40 ve Y50 gruplarında pH değerleri sırasıyla 4. gün: 5,87; 6,07; 5,83; 5,90; 5,93; 6,03 olarak ve 8.gün: 5,87; 6,50; 6,37; 6,40;6,37 ve 6,47 olarak bulunmuştur. Yoğurt ilavesi aerobik dönemde pH değerini olumlu yönde etkilemiştir ($P<0.01$).

Çizelge 3.5 Mısır silajlarının aerobik stabilite test sonuçları

Gün	Grup	KM, %	pH	TMAB,kob/KM	Maya,log ₁₀ kob/g	Küf,kob/g
4.gün						
	Kontrol	21,05	5,87	6,33 ^{ab}	6,32 ^a	B
	Y10	18,97	6,07	6,44 ^a	6,33 ^a	B
	Y20	20,62	5,83	6,33 ^{ab}	5,44 ^b	B
	Y30	20,17	5,90	6,26	5,26 ^c	B
	Y40	19,90	5,93	6,19 ^b	5,17 ^c	B
	Y50	19,31	6,03	6,37 ^{ab}	5,47 ^b	B
	SEM	0,26	0,26	0,02	0,12	
	P	0,159	0,019	0,003	<0,001	
8.gün						
	Kontrol	19,97	5,87 ^b	6,44	6,47	2,65 ^a
	Y10	17,92	6,50 ^a	6,42	6,41	2,20 ^a
	Y20	19,99	6,37 ^a	6,41	6,46	B
	Y30	19,62	6,40 ^a	6,41	6,42	B
	Y40	18,51	6,37 ^a	6,42	6,36	2,53 ^a
	Y50	18,71	6,47 ^a	6,32	6,46	2,67 ^a
	SEM	0,35	0,054	0,01	0,01	0,29
	P	0,437	<0,001	0,103	0,027	<0,001

Y10:10g/kg yoğurt, Y20: 20g/kg yoğurt, Y30:30g/kg yoğurt, Y40:40g/kg yoğurt, Y50:50g/kg yoğurt, KM: Kuru madde, TMAB: Toplam mezofilik aerobik bakteri, B:Belirlenemedi, SEM: Ortalamanın standart hatası, a, b, c: Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir ($P<0,01$).

TMAB sayısı 4. ve 8. günlerde; kontrol, Y10, Y20, Y30, Y40 ve Y50 gruplarında sırasıyla 6.33; 6.44; 6.33; 6.26;6.19 ve 6.37 kob/g; 6.44; 6.42; 6.41;6.41;6.42 ve 6.32 kob/g olarak bulunmuştur. Mısır silajlarına yoğurt ilavesi aerobik dönemde TMAB sayısını kontrol grubuna nispeten arttırmıştır.

Maya sayıları aerobik stabilitenin 4. ve 8. günlerinde kontrol, Y10, Y20, Y30, Y40 ve Y50 gruplarında sırasıyla 6,32; 6,33; 5,44; 5,26;5,17 ve 5,47 log₁₀kob/g, 6,47; 6,41; 6,46; 6,42, 6,36 ve 6,46 kob/g olarak belirlenmiştir. Mısır silajlarına yoğurt ilavesi aerobik

dönemde maya sayılarının gelişimini teşvik etmiştir. Bu dönemde küf gelişimi olmamıştır. Gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,01$).

Silajların EÇOM, EÇMOM, OMS ve ME içerikleri Çizelge 3.6’da verilmiştir. Yoğurt ilavesi EÇOM miktarlarını arttırmış, kontrol, Y10, Y20, Y30, Y40 ve Y50 gruplarında KM’de sırasıyla %59,17, %61,27, %63,22, %64,42, %65,25 ve %66,07 olarak belirlenmiştir ($P<0,01$).

Çizelge 3.4 Silajların EÇOM, EÇMOM, OMS ve ME içerikleri

Grup	EÇOM % KM	EÇMOM g/ kgKM	OMS % KM	ME Kcal/kg KM
Kontrol	59,17 ^f	347,60 ^a	62,99 ^f	2391,28 ^f
Y10	61,27 ^e	317,76 ^b	65,85 ^e	2421,26 ^e
Y20	63,22 ^d	304,41 ^c	67,50 ^d	2470,93 ^d
Y30	64,42 ^c	291,73 ^d	68,83 ^c	2496,32 ^c
Y40	65,25 ^b	282,88 ^e	69,76 ^b	2515,66 ^b
Y50	66,07 ^a	273,57 ^f	70,72 ^a	2532,96 ^a
SEM	0,577	5,96	0,63	12,27
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

Y10:10g/kg yoğurt, Y20: 20g/kg yoğurt, Y30:30g/kg yoğurt, Y40:40g/kg yoğurt, Y50:50g/kg yoğurt, EÇOM: Enzimde çözünebilen organik madde, EÇMOM: Enzimde çözünemeyen organik madde, OMS: Organik maddenin sindirilebilirliği, ME: Metabolik enerji, SEM: Ortalamanın standart hatası, a, b, c, d, e, f: Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir ($P<0,01$)

Enzimde çözünmeyen organik madde miktarları (EÇMOM) ise EÇOM’un artışıyla azalış göstermiştir ($P<0,01$). Mısır silajlarının *in vitro* organik madde sindirilebilirliği yoğurt ilavesiyle artmıştır ($P<0,01$). Yoğurt ilavesi mısır silajlarının ME içeriklerinde de artışa neden olmuş, en yüksek ME Y50’de 2532,96 kcal/kg KM olarak bulunmuştur. Mısıra silolama sırasında yoğurt ilavesi tüm muamele gruplarında ME içeriklerini arttırıcı etki göstermiştir ($P<0,01$).

4. TARTIŞMA

Mısır silajlarının 60. günlük fermantasyonda açıldıklarında yapılan fiziksel değerlendirmeye göre, yoğurt ilavesiyle yeşil renkte, hoş ve hafif asidik bir kokuya sahip, sap ve yaprak bütünlüğü bozulmamış silajların oluşumu görülmüştür. Özellikle Y20 ve Y30'un kokularının çok daha hoş giden bir kokuya sahip oldukları, ye beni özelliğinin (palability) yüksek ve yem tercihinde ön sırada olabileceği saptanmıştır. Elde edilen puanlar Kiani ve ark. (2012)'nin çalışması ile karşılaştırıldığında, bu araştırmamızda daha yüksek puanlar aldığı görülmüştür. Bütün grupların Flieg puanlarının Kiani ve ark. (2012)'nden yüksek olduğu belirlenmiştir.

Mısır silajlarının ham besin maddeleri ve hücre çeperi içerikleri incelendiğinde, OM miktarı muamele gruplarında kontrole göre azalış gösterdiği, ham yağ içeriklerinin ise arttığı bulunmuştur. Mısıra ilave edilen yoğurt düzeyinin artırılmasıyla birlikte HK içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Bu durum yoğurdun mineral maddelerce zengin olmasından kaynaklanmıştır. Oysa Kiani ve ark. (2012)' yoğurt eklenen grupta HK içeriğinde düşme belirlemiştir. Bu durum kullanım oranıyla ilişkili olabilir.

Yapılan bir çalışmada (Kiani ve ark., 2012), %5 ekşi yoğurt ilavesinin mısır silajlarının HP miktarında artışa, $\text{NH}_3\text{-N}$ 'de azalmaya neden olduğu bildirilmiştir. Araştırmada ekşi yoğurt ilavesinin her düzeyi HP miktarlarını Kiani ve ark. (2012) ile benzer şekilde arttırmıştır. Mısır silajlarında artan yoğurt miktarına rağmen $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u Kiani ve ark. (2012) ile benzer olarak azalmıştır. Mısır silajlarına ekşi yoğurt ilavesiyle HP'nin artması ve $\text{NH}_3\text{-N}$ 'nun düşmesi, yoğurdun artan oranına rağmen proteolizisi yavaşlatmasından kaynaklanmış olabilir. Bununla birlikte, mısır silajlarının düşük olan HP miktarlarının artmasında sağlanmıştır. Ayrıca, silajlarda çok miktarda proteoliz ortaya çıktığında, rasyonun toplam HP'si optimum süt üretimi elde etmek için yeterli görünse bile ek protein kaynağı kullanım zorunluluğu oluşur. Bu nedenle silaj yapımındaki proteolizis, süt üretim maliyetini önemli düzeyde etkileyebilir (Muck, 1988).

Yoğurt gruplarında HY içeriği kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Ancak en yüksek değer Y50 grubunda bulunuşu ilave edilen yoğurt miktarının yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Yoğurdun doğal halde % 3,5-4 HY içermiş olması, mısıra ilave edilen düzeydeki artışla silajların HY'sini artırmış olduğu düşünülmektedir.

Marbun ve ark., (2020) farklı laktik asit bakteri inokulantlarının mısır silajlarında, NDF ve ADF'yi önemli düzeyde etkilemediğini bildirmiştir. Silajlardaki düşük pH hemiselülozun asit hidrolizini artırarak hücre duvarı fraksiyonlarını açmaktadır (Kurtoğlu, 2011). Araştırmada silajların pH'sının düşük olması hücre duvarının açılmasına NDF, ADF ve ADL'de düşmeye neden olmuştur.

Araştırmanın başlangıç materyali olan taze mısırın KM'si %23,70 bulunurken 60 günlük fermantasyonun sonunda ise %21,95-23,41 arasında olduğu bulunmuştur. Ekşi yoğurt ilavesinin düşük düzeyleri silajların KM'sini arttırırken, Y40 ve Y50 gruplarında kontrole benzer KM belirlenmiştir. Bu durum yoğurdun %12,99 KM içeriğinden kaynaklanmış olabilir Nitekim Kiani vd (2012)'da mısır silajlarının KM içeriklerinin ekşi yoğurttan etkilenmediğini belirlemiştir. Yapılan bir çalışmada LAB inokulantlarının KM içeriği üzerine önemli bir etki göstermediği bildirilmiştir (Sucu, 2009).

Mısır silajlarının açım günü (60.gün), kontrol ve yoğurt grupları arasında pH değerleri bakımından önemli bir farkın olmadığı belirlenmiştir ($P>0.01$). Mısır kolay silolanan yemler grubunda olmasından dolayı, başlangıç materyalinde 117,9 g/kg KM SÇK içermektedir. Bu SÇK düzeyi iyi bir fermantasyon gelişimi için yeterlidir (Kurtoğlu, 2011), gruplar arasında pH bakımından farkın olmaması beklenen bir durumdur.

SÇK içerikleri ise yoğurdun yüksek düzeyde ilave edildiği gruplarda (Çizelge 3.3) artmıştır ($P<0.01$). Araştırmada, en yüksek LA içeriği Y40 ve Y50 gruplarında, 69,44 ve 69,48 g/kg KM olarak belirlenirken en düşük ise kontrol grubunda 64,64 g/kg KM olarak belirlenmiştir ($P<0.01$). Silo yemi yapımında, silajın bozulmaması için mutlaka LAB ve bunların laktik asit üretebilmeleri için yeterli düzeyde SÇK olması gerekir (Filya, 2000). Araştırmada, yoğurt ilavesi LAB sayılarının gelişimini teşvik edici etki göstermiş (Çizelge 3.4), LAB sayıları artarken kontrol ve yoğurt gruplarında maya sayıları da artmıştır. Silaj ortamında karbonhidrat kaynaklarının öncelikle LAB olmak üzere, bazı anaerob bakterilerin çoğalmasını aktive ettiği bildirilmektedir (Bolsen, Ashbell ve Weinberg, 1996). LAB ve maya sayılarındaki artış Bolsen vd., (1996)'ın bildirdiği gibi, SÇK içeriği yüksek olan yoğurtun ilavesinden kaynaklanmıştır. Nitekim ekşi yoğurdun SÇK içeriği 90.29 g/kg KM, LA miktarı ise 115.95 g/kg KM olarak belirlenmiştir. LAB sayılarında artış silajda istenirken maya sayılarında artış istenen bir durum değildir. Kontrol ve yoğurt ilaveli gruplarda maya sayılarının yüksek oluşu, başlangıç materyalinden kaynaklanmıştır. Silajların düşük pH'sına

karşın maya sayılarının yüksek olması, mayaların ekstrem çevre koşullarına çok dirençli olmasıyla açıklanabilir (Kurtoğlu, 2011).

Amonyak azotunun total nitrojene oranı ($\text{NH}_3\text{-N/TN}$) en yüksek kontrol grubunda 127,98g/kg TN belirlenirken en düşük Y30 grubunda 111,77 g/kg TN belirlenmiştir ($P<0.01$). Mısıra ilave edilen yoğurt oranı arttıkça amonyak azotunun total nitrojene oranı düşmüş, ancak düzeyin artışı Y50 grubunun protein miktarının artmasıyla doğru orantılı olarak $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ şeklindeki kayıplarda artışa neden olmuştur ($P<0.01$). Bu sonuç yoğurdun HP düzeyin yüksek olmasından kaynaklanmıştır.

Mısır silajlarına ait mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 3.4’de verilmiştir. Ekşi yoğurt ilavesi silolamanın 60. gününde açılan mısır silajlarının LAB sayılarını arttırmış, M17, TMAB sayılarını etkilememiş, maya sayılarının önemli düzeyde ($P<0.01$) düşmesine neden olmuştur. Tüm silajlarda küf ve enterobakter belirlenmemiştir. Homofermantatif laktik asit bakteri inokulantlarıyla yapılan araştırmalarda, mısır silajlarında *Lactobacilli* sayılarını genellikle arttırdığı (Muck, 1993; Filya, 2001), maya ve küf sayılarına etkileri değişkenlik göstererek düşürdüğü (Filya, 2002a), etkilemediği (Filya 2002a, b) ya da artırdığı bildirilmektedir (Weinberg, Ashbell ve Azrieli 1993; Kleinschmit, Schmidt ve Kung, 2005).Yapılan çalışmada maya sayıları kontrole göre Y10 ve Y20 gruplarında, Weinberg vd., (1993) ve Kleinschmit vd. (2005) gibi artarken Y30, Y40 ve Y50 gruplarında ise Filya (2002a,b) gibi etkilemediği bulunmuştur. Silajlarda maya sayılarının yüksek olması başlangıç materyalleri olan mısır (8,4 kob/KM) ve ekşi yoğurdun (5 kob/KM) maya sayılarının yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Nitekim, Filya (2003) taze mısırın *Lactobacilli*, maya ve küf sayılarını sırasıyla 3.86, 4.06 ve 2.58 kob/g olarak bildirmiştir.

Mısır silajlarına ekşi yoğurt ilavesi aerobik stabilitenin 4., ve 8. günlerinde maya sayılarının gelişimini teşvik etmiştir. Bütün gruplarda aerobik dönemde, maya sayıları kritik düzeyin (5 cfu/g) üzerinde olduğu görülmektedir. Anaerobik ve aerobik dönemin 4. gününde küf gelişimi olmamıştır. Aerobik dönemin 4. gününde KM ve pH’da gruplar arasında önemli bir fark belirlenemezken, 8. gün kontrol grubunun pH değerinin yoğurt eklenen gruplardan düşük olduğu görülmüştür. Bu durum yoğurt eklenmesi oksijenle temasın uzamasına bağlı olarak artan küf miktarından kaynaklanmış olmasıyla açıklanabilir.

Mısır silajlarına ekşi yoğurt eklenmesi EÇOM, OMS ve ME içeriklerinde artışa neden olmuştur. Meeske ve ark. (2002) inokulantların mısır silajlarının *in vitro* OMS içeriğini

rakamsal olarak arttırdığını bildirmiştir. Yapılan çalışmada mısır silajlarına yoğurt eklenmesi, yem değerini olumlu yönde etkilemiştir. Bu durum ruminant rasyonlarında, ekşi yoğurt ilaveli mısır silajlarının kullanılmasının hayvanların verimlerini iyileştirme potansiyelinin olduğunu düşündürmüştür.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada ekşi yoğurdun 20 ve 30 g/kg düzeyinde mısıra ilavesi, silajların kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir. Ticari LAB inokulantlarına alternatif olma potansiyelini belirlemek amacıyla araştırılan ekşi yoğurt; LAB gelişimini teşvik ederek LAB sayılarını ve etkinliğini artırmıştır. Buna bağlı olarak şekerlerin laktik aside dönüşümü artmış ortamda yüksek oranda bulunan laktik asit pH'yı düşürmüştür. Bununla birlikte proteolizis inhibe olmuş ve proteinlerin amonyağa parçalanması da düşmüştür. Ayrıca, enzimde çözünen organik madde miktarı artmış, buna paralel olarak organik maddenin sindirilebilirliği ve ME içeriği de artmıştır.

Araştırmada, maya sayılarının yüksek belirlenmiş olması, başlangıçta mısır ve ekşi yoğurdun maya sayılarının yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Bundan sonra yapılacak araştırmaların farklı silaj bitkilerinin daha yüksek kuru madde içeriklerini de dikkate alarak, 20, 30 g/kg düzeyinde ve farklı oranlarda sulandırılarak ilavesiyle etkilerinin belirlenmesine yönelik olması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Aksu, T., Baytok, E. ve Bolat, D. (2003, 18-20 Eylül). *Bir bakteriyal silaj inokulantının mısır silajının fermantasyonu ve ham besin maddelerinin sindirilme derecelerine etkisi*. II. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, s. 453-455, Konya.
- Akyıldız, A. R. (1984). *Yemler bilgisi laboratuvar kılavuzu*. AÜ Ziraat Fakültesi Yayınları, 895, 236, Ankara.
- Alçıçek, A., Kılıç, A., Ayhan, V. ve Özdoğan, M. (2010, 11-15 Ocak). *Türkiye’de kaba yem üretimi ve sorunları*. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi. Cilt:2, 1071-1080, Ankara.
- Alçıçek, A. (2021, 27-28 November). *Türkiye kaba yem üretimi, sorunları ve çözüm önerileri*. III International and XII National Animal Science Conference, Bursa.
- Alçıçek, A. ve Özkan, K. (1996). Silo yemlerinde destilasyon yöntemi ile süt asiti, asetik asit ve bütirik asit tayini. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(2-3), 191-198.
- Anonim (1986). *The analysis of agricultural*, reference book: p, 427-428, London.
- Anonim (2005). *Türk gıda kodeksi yönetmeliği*. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, ilk yayın 16.11.1997 tarih ve 23172 sayılı Resmî Gazete, son yapılan değişiklik 30.06.2005 tarih ve 25861 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Anonim (2006). *Türk standartlar enstitüsü TS 1330. Yoğurt standardı*. TSE, Ankara, 1-11.
- Ashbell, G., Weinberg, ZG., Azrieli, A., Hen, Y. and Horev, B. (1991). A Simple system to study the aerobic deterioration of silages. *Canadian Agricultural Engineering*, 33, 391-393.
- Barker, S.B. and Summerson, W.H. (1941). The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *J. Biol. Chem.* 138, 535-554.
- Biberoğlu, Ö. (2012). *Geleneksel olarak üretilen yoğurtlardan mayaların izolasyonu ve identifikasyonu*. (doktora tezi). Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Bolsen, K.K., Ashbell, G. and Weinberg, Z.G. (1996). Silage fermentation and silage additives. *AJAS*, 9 (5), 483-493.
- Borreani, G., Tabacco, E., Schmidt, R. J., Holmes, B. J. and Muck, R. E. (2018). Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 3952-3979.
- Close, W.H. and Menke, K.H., (1986). Selected topics in animal nutrition. F.U.T. Müllerbader, Forststr. 18, 7024 Fielderstadt.
- Çelik, E. S. (2007). *Geleneksel yoğurtlardan izole edilen laktik asit bakterilerinin aroma bileşikleri ve ekzopolisakkarit üretimlerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Biyoteknoloji Bölümü. İzmir.
- Çimrin, T. ve Tunca, R.İ. (2012). Bildirgin beslemede alternatif yem ve katkıların kullanımı. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Der.* 2(3), 109-116.
- De Boever, J.L., Cottyn, B.G., Buysse, F.X., Wainman, F.V. and Vanacker, J.M. (1986). the use of an enzymatic technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of compound feedstuffs for ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 14, 203-214.
- Eren, H. (1999). Prof. Dr. Hasan Eren, Türk Dilinin Etimolojik Sözlüğü, 295, Ankara.
- Filya, İ. (2001). *Silaj Teknolojisi*. Hakan Ofset, İzmir.

- Filya, İ.ve Sucu, E. (2010). The effects of lactic acid bacteria on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage. *Grass & Forage Science*. 65: 446-455.
- Filya, I. (2003a). 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. (2003b). 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*,86,3575-3581.
- Filya, I., Ashbell, G., Hen, Y., Weinberg, Z.G. 2000. The effect of bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage. *Animal Feed Science and Technology*, 88: 39-46.
- Filya, İ., Sucu, E. ve Hanoğlu, H. (2003). *Bakteriyal inokulantların küçük plastik balya mısır silajlarının fermantasyon özellikleri ve besleme değerleri üzerindeki etkileri*. II. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 18-20 Eylül 2003, Konya, s. 230-233.
- Gebrehan, M.M., Gordon, R.J., Madani, A., Vanderzaag, A.C. ve Wood, J.D. (2014). Silage effluent management: A review. *Journal of Environmental Management*, 143,113-122.
- Hu, W., Schmidt, R.J., McDonnell, E.E., Klingerman, C.M. and 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*, 92,3907-3914.
- Kılıç, A. (1986). *Silo Yemi*. Bilgehan Basımevi Bornova, İzmir.68-72.
- Kiani, A., Fallah, R. and Azarfar, A. 2012. Effect of adding sour yoghurt and dough as bacterial inoculant on quality of corn silage. *African Journal of Biotechnology*,11(50), 11092-11095.
- Kleinschmit, D. H., R. J. Schmidt, and L. Kung, JR. (2005). The Effects of various antifungal additives on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *J. Dairy Sci.* 88, 2130–2139.
- Koç, F., Ozturk Aksoy, S., Agma Okur, A., Celikyurt, G., Korucu, D. ve Ozduven, M.L. (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 and Plant Sciences*, 27(5), 1426-1431.
- Kung, Jr, L., Taylor, C.C., Lynch, M. P. and 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.
- Kurtoğlu, V. (2011). *Silaj ve silaj katkıları*. Aybil Yayınevi, Konya.
- Marbun, TD, Lee, K., Song, J., Kwon, CH, Yoon, D., Lee, SM, Lee, M.S., Kang, J., Lee, C., Cho, S. and Kim, E.J. (2020). Effect of lactic acid bacteria on the nutritive value and in vitro ruminal digestibility of maize and rice straw silage. *Applied Science*, 10, 7801.
- McDonald, P., Henderson, A.R. and Heron, S.J.E. (1991). *The biochemistry of silage* (2nd ed).Chalcombe Publ., Churchlane, Kingston, Canterbury, Kent, UK.
- Meeske, R., van der Merwe, G. D., Greyling, J.F. and Cruywagen, C.W. (2002). The effect of the addition of a lactic acid bacterial inoculant to maize at ensiling on silage composition, silage intake, milk production and milk composition. *S. African Journal of Animal Sci.*32 (4), 263-271.

- Muck, R.E. (2004). Effects of corn silage inoculants on aerobic stability. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 4, 1011-1016.
- Muck, R. E., Nadeau, E. M. G., McAllister, T. A., Contreras-Govea, F. E., Santos, M. C. and Kung, L. (2018). Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 3980-4000.
- Naumann, C. ve Bassler, R. (1993). *Methoden Buch, B. III. Die Chemische Untersuchung von Futtermitteln*. VDLUFA- Verlag, Darmstadt.
- Özcan, S. (2009). Modern dünyanın vazgeçilmez bitkisi mısır: genetiği değiştirilmiş (transgenik) mısırın tarımsal üretime katkısı. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 2, 1-34.
- Özdüven, M.L., Koç, F. ve Yurtman, İ.Y. (1999). Mikrobiyal Katkı Maddelerinin Mısır Silajında Kalite ve Aerobik Dayanıklılık Üzerindeki Etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 5 (3): 7-12
- Özkan, U. ve Şahin-Demirbağ, N. (2016). Türkiye’de kaliteli kaba yem kaynaklarını mevcut durumu. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 9 (1), 23-27.
- Playne, M.J. and McDonald, P. (1966). The buffering constituent of herbage and silage, *J. Sci. Fd. Agric*, 17: 264-268.
- Ranjbari, M., Ghorbani, G. R., Nikkha, A. and Khorvash, M. (2007). Chemical composition, protein fractionation and ruminal degradation of maize silage produced in Isfahan. *International Journal of Dairy Science*, 1, 66-72.
- 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.
- Sanderson, M. A. (1993). Aerobic stability and in vitro fiber digestibility of microbially inoculated corn and sorghum silages. *Journal of Animal Science*, 71, 505-514.
- Seale, D.R., Pahlow, G., Spoelstra, S.F., Lindgren, S., Dellaglio, F. and Lowe, J.F. (1990). *Methods for the microbiological analysis of silage*. Proceeding of The eurobac Conference, 147, Uppsala.
- Soysal, M.İ. (1998). *Biyometrinin Prensipleri (İstatistik I Ve II Ders Notları)*, Yayın No:95, Ders Kitabı No:64, T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Tekirdağ.
- Sucu, E. (2009). Laktik asit bakterisi inokulantlarının mısır silajının fermantasyon ve aerobik stabilite özellikleri ile rumen ekolojisi üzerine etkileri (Doctoral dissertation, Bursa Uludağ University (Turkey)).
- Şahin, İ. F. ve Zaman, M. (2010). Hayvancılıkta önemli bir yem kaynağı: Silaj. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 15(23), 1-18.
- Tharmaraj, N. and Shah, N. P. (2003). Selective enumeration of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *bifidobacteria*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, and *propionibacteria*. *Journal of Dairy Science*, 86(7), 2288-2296.
- TUİK, (2021). *Hayvansal üretim istatistikleri 2020-2021*, 24.03.2021, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index>
- Turgut, İ. (2002). Silajlık mısır yetiştirme ve verimlilik. s. 45-62. Üretimden tüketime mısır paneli tebliği. T.C. Sakarya Valiliği. 19 Aralık 2002. Sakarya.
- Tümer, S. (2001) Silaj. TC Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Bakanlık, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, İzmir.

Weißbach, F., Kuhla, S. and Schmidt, L. (1996) *Schätzung der umsetzbaren Energie von Grundfutter mittels einer Cellulase-Methode*. In: Giesecke, D. (Hrsg.) DLG, S. 115.

Weinberg, Z.G., G. Ashbell, Y. Hen and A. Azrieli. 1993. The Effect of Applying Lactic Acid Bacteria Ensiling on the Aerobic Stability of silages. *J. Appl. Bacteriol.* 75: 512–518.

