

**SİLAJ KATKI MADDELERİNİN  
YÜKSEK NEMLİ MISIRIN AEROBİK  
STABİLİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE  
ETKİLERİ**

**Gürkan YILMAZ**  
**Yüksek Lisans Tezi**  
**ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI**  
**Danışman: Prof. Dr. Fisun KOÇ**  
**Tekirdağ-2019**

**T.C.**

**TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**SİLAJ KATKI MADDELERİNİN YÜKSEK NEMLİ MISIRIN AEROBİK  
STABİLİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Gürkan YILMAZ**

**ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Prof. Dr. Fisun KOÇ**

**TEKİRDAĞ – 2019**

**Her hakkı saklıdır**

Prof. Dr. Fisun KOÇ danışmanlığında, Gürkan YILMAZ tarafından hazırlanan “Silaj Katkı Maddelerinin Yüksek Nemli Mısırın Aerobik Stabilite Özellikleri Üzerine Etkileri” konulu bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından, Zootekni Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Fisun KOÇ (Danışman)

*İmza :*

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Aylin AĞMA OKUR

*İmza :*

Üye: Dr. Öğr. Üyesi İsa COŞKUN

*İmza :*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### SİLAJ KATKI MADDELERİNİN YÜKSEK NEMLİ MISIRIN AEROBİK STABİLİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

**Gürkan YILMAZ**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Fisun KOÇ

Araştırma materyalini yaklaşık 3 ay süre ile depolanmış yüksek nemli fermente mısır oluşturmuştur. Fermantasyon süresi sonunda açılan silajlardan yaklaşık 60 kg'lık örnek laboratuvar ortamına getirilerek aerobik stabilite başlangıcı için örnek alınmıştır. Daha sonra materyaller 3 muamele grubuna bölünmüştür. Araştırma grupları kontrol (katkısız), sodyum diasetat ve sodyum benzoat ve bunların farklı (%0,5, %1 ve %2) oranlardaki dozlarından oluşmaktadır. Katkı maddesi ilavesinden sonra silaj örnekleri her muamele grubunda 3'er tekrür olmak üzere 25-26°C ve 36-37°C sıcaklıklarda aerobik stabilite testine tabi tutulmuşlardır. Aerobik stabilitenin 0, 4., 7. ve 12. günlerinde örnekler üzerinde pH, kuru madde (KM), laktik asit (LA), suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK), amonyağa bağlı nitrojen (NH<sub>3</sub>-N), LAB, maya ve küf sayımları gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda, T200 IR marka termal kamera ile 1 m mesafeden silaj örneklerinde her muamele grubunda görüntüleme yapılarak değerlendirme sonuçları kaydedilmiştir. Daha sonra elde edilen veriler ThermaCAM software programında değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda, katkı maddesi ilavesi silajların pH, NH<sub>3</sub>-N ve maya içeriklerini düşürmüş, SÇK ve LA içeriklerini ise yükseltmiş, küf gelişimini ise önlemiştir. Sodyum diasetat ve sodyum benzoat silajların aerobik stabilite özelliklerini kontrol grubu silajlara göre olumlu yönde etkilemiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Aerobik stabilite, sodyum benzoat, sodyum diasetat, termal kamera

**2019, 53 Sayfa**

## **ABSTRACT**

MSc. Thesis

### **EFFECTS OF SILAGE ADDITIVES ON AEROBIC STABILITY CHARACTERISTICS OF CORN WITH HIGH MOISTURE CONTENT**

**Gürkan YILMAZ**

Tekirdag Namık Kemal University  
Graduate School of Naturel and Applied  
Sciences Department of Animal Science

Supervisor: Prof. Dr. Fisun KOÇ

The research material consisted of high moisture fermented corn stored for about 3 months. Approximately 60 kg of the silages opened at the end of the fermentation period were brought to the laboratory and sampled for the beginning of aerobic stability. Subsequently, the materials were divided into 3 treatment groups. The study groups consisted of doses of control (untreated), sodium diacetate and sodium benzoate, and their different doses (0,5%, 1% and 2%). After the addition of additives, silage samples were subjected to aerobic stability test at 25-26 °C and 36-37 °C temperatures in each treatment group. pH, dry matter (DM), lactic acid (LA), water-soluble carbohydrate (WSC), ammonia-dependent nitrogen (NH<sub>3</sub>-N), LAB, yeast and mold on samples at 0, 4, 7 and 12<sup>th</sup> days of aerobic stability counts were performed. At the same time, the results of evaluation were recorded in each treatment group in silage samples at a distance of 1 m with thermal camera T200 IR. Subsequently, the data were evaluated in the ThermaCAM software program. As a result of the study, the addition of additives reduced the pH, NH<sub>3</sub>-N and yeast contents of the silages, increased the content of WSC and LA, and prevented the growth of mold growth of silages. The aerobic stability properties of sodium diacetate and sodium benzoate silages were positively affected by the control group.

**Key words:** Aerobic stability, sodium diacetate, sodium benzoate, thermal camera

**2019, 53 pages**

<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b><u>Sayfa</u></b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÇİZELGE DİZİNİ</b> .....	<b>iv</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>v</b>
<b>RESİM DİZİNİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	<b>3</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>16</b>
3.1. Materyal.....	16
3.2. Yöntem.....	17
3.2.1. Silaj Kalitesi Belirlenmesi İçin Kullanılan Yöntemler.....	17
3.2.1.1. pH Analizleri.....	17
3.2.1.2. SÇK Analizi.....	17
3.2.1.3. NH <sub>3</sub> -N Analizi.....	17
3.2.1.4. Laktik Asit Analizi.....	18
3.2.1.4.1. Standart Eğrinin Oluşturulması.....	18
3.2.1.4.1.2. Hesaplama.....	18
3.2.1.5. Mikrobiyolojik Analizler.....	19
3.2.1.6. İstatiksel Analizler.....	19
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA</b> .....	<b>20</b>
4.1. pH.....	20
4.2. KM.....	21
4.3. NH <sub>3</sub> -N.....	27
4.4. SÇK.....	29
4.5. LA.....	31
4.6. LAB.....	33
4.7. Maya.....	35
4.8. Küf.....	37
4.9. Temal Kamera Görüntüleme.....	38
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	<b>46</b>
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	<b>47</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>53</b>

## ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Mısırın yıllara göre ekim alanı ve üretim miktarı.....	3
Çizelge 4.1: Başlangıç materyaline ilişkin kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	20
Çizelge 4.2: Aerobik stabilitenin 4. gününde yüksek nemli mısır silajlarının kimyasal ve mikrobiyal kompozisyondaki değişiklikler.....	23
Çizelge 4. 3: Aerobik stabilitenin 7. gününde yüksek nemli mısır silajlarının kimyasal ve mikrobiyal kompozisyondaki değişiklikler.....	24
Çizelge 4.4: Aerobik stabilitenin 12. gününde yüksek nemli mısır silajlarının kimyasal ve mikrobiyal kompozisyondaki değişiklikler.....	25

## ŞEKİL DİZİNİ

## Sayfa

Şekil 4.1: Aerobik stabilitenin 0., 4.,7. ve 12. günlerinde yüksek nemli mısır silajlarının pH değişimi.....	22
Şekil 4.2: Aerobik stabilitenin 0., 4.,7. ve 12. günlerinde yüksek nemli mısır silajlarının KM değişimi.....	26
Şekil 4.3: Aerobik stabilitenin 0., 4.,7. ve 12. günlerinde yüksek nemli mısır silajlarının NH <sub>3</sub> -N değişimi.....	28
Şekil 4.4: Aerobik stabilitenin 0., 4.,7. ve 12. günlerinde yüksek nemli mısır silajlarının SÇK değişimi.....	30
Şekil 4.5: Aerobik stabilitenin 0., 4.,7. ve 12. günlerinde yüksek nemli mısır silajlarının LA değişimi.....	32
Şekil 4.6: Aerobik stabilitenin 0., 4.,7. ve 12. günlerinde yüksek nemli mısır silajlarının LAB değişimi.....	34
Şekil 4.7: Aerobik stabilitenin 0., 4.,7. ve 12. günlerinde yüksek nemli mısır silajlarının maya değişimi.....	36
Şekil 4.8: Aerobik stabilitenin 0., 4.,7. ve 12. günlerinde yüksek nemli mısır silajlarının küf değişimi.....	37



**RESİM DİZİNİ****Sayfa**

Resim 3.1 :	Silaj materyalinin alındığı sosis silo.....	17
Resim 4.1 :	Kontrol grubu silajlarının aerobik stabilite döneminin 0. ve 12. gününe ilişkin termal kamera görüntüleri .....	39
Resim 4.2 :	% 0,5 SDA grubu silajların aerobik stabilite döneminin 0. ve 12. gününe ilişkin termal kamera görüntüleri.....	40
Resim 4.3 :	% 1 SDA grubu silajların aerobik stabilite döneminin 0. ve 12. gününe ilişkin termal kamera görüntüleri .....	41
Resim 4.4 :	% 2 SDA silajların aerobik stabilite döneminin 0. ve 12. gününe ilişkin termal kamera görüntüleri.....	42
Resim 4.5 :	% 0,5 SB silajların aerobik stabilite döneminin 0. ve 12. gününe ilişkin termal kamera görüntüleri.....	43
Resim 4.6 :	% 1 SB silajların aerobik stabilite döneminin 0. ve 12. gününe ilişkin termal kamera görüntüleri .....	44
Resim 4.7 :	% 2 SB silajların aerobik stabilite döneminin 0. ve 12. gününe ilişkin termal kamera görüntüleri.....	45

## SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
AA	: Asetik asit
BA	: Bütirik asit
CFU	: Koloni oluşturan birim
CO <sub>2</sub>	: Karbondioksit
FAT	: Formik asit temelli koruyucu
KM	: Kuru madde
LA	: Laktik asit
LAB	: Laktik asit bakterileri
NH <sub>3</sub> -N	: Amonyğa bağlı nitrojen
° C	: Santigrad derece
PAB	: Propiyonik asit bakterileri
PAT	: Propiyonik asit temelli koruyucu
SB	: Sodyum benzoat
SÇK	: Suda çözünebilir karbonhidratlar
SD	: Sodyum diasetat
Tk	: Tampon kapasitesi
TM	: Taze materyal

## ÖNSÖZ

“Silaj Katkı Maddelerinin Yüksek Nemli Mısırın Aerobik Stabilite Özellikleri Üzerine Etkileri” konulu Yüksek Lisans Tez çalışmalarında; deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı tez danışmanım, değerli hocam Sayın Prof. Dr. Fisun KOÇ’a, değerli hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Aylin AĞMA OKUR’a, laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Yük. Ziraat Mühendisi Sayın Berrin OKUYUCU’ya, her konuda öneri ve eleştirileriyle yardımlarını gördüğüm diğer hocalarıma teşekkür ederim.

Haziran 2019

Gürkan YILMAZ  
Ziraat Mühendisi

## 1. GİRİŞ

Silaj yapımında başta özellikle sıcak ülkeler olmak üzere tüm dünyada karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi silajların aerobik olarak stabil olmayışlarıdır (Filya 2003). Silajın hayvanlara yedirilmek üzere silodan alınmaya başladığı andan itibaren, silodaki anaerobik koşullar aerobik hale dönüşür. Bu koşullar altında, ortamda çoğalamayan mikroorganizmalar çoğalmaya başlayarak silajın bozulmasına neden olurlar (McDonald ve ark. 1991). Yemleme döneminde söz konusu mikroorganizmalar ortamdaki şekerler ile laktik asit (LA) ve asetik asit (AA) gibi fermantasyon ürünlerini tüketerek büyük miktarlarda kuru madde (KM) ve besin maddeleri kaybına neden olurlar. Bunun sonucunda silo içerisinde karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve su açığa çıkar, sıcaklık artar (Filya 2000).

Silajların hava alarak bozulması önemli bir sorundur. Bu şekilde bozulmuş silajlar hayvanlar tarafından ya daha az tüketilir ya da hiç tüketilmeyebilir. Ayrıca bu tip silajların içerebileceği bazı küfler, hayvanlar için öldürücü olabilecek mikotoksinler üretebilirler. Söz konusu mikotoksinlerin, hayvansal ürünler ile birlikte insanlara geçme riski de oldukça yüksektir (Filya 2003). Bu nedenle, özellikle son yıllarda silajların hijyenik yapıları ile aerobik stabiliteilerini geliştirmek amacıyla organik asit temeline dayalı silaj katkı maddeleri geniş bir kullanım alanı bulmuştur.

Organik asit temeline dayalı silaj katkı maddeleri katıldıkları silajların pH'larını çok kısa sürede düşürerek silo içerisinde asidik bir ortam yaratmakta ve silajlarda bozulmaya neden olan maya, küf, enterobakteri ve clostridia gibi mikrobiyal populasyonların gelişmesini önlemektedir. Buna bağlı olarak da silajların aerobik stabiliteilerini geliştirmektedirler (Lindgren ve ark. 1985, Driehuis ve Wikselaar 1996, Filya 2003, Filya ve Sucu 2003). Ayrıca bu katkı maddeleri katıldıkları silajların ısınmasını engelleyerek, silajlardaki proteolisisi de (protein parçalanması) önlemektedirler (Mc Donald ve ark. 1991, Filya 2001).

Silajların organik asit yoluyla doğrudan asitleştirilmesi pH'da ani düşüşe ve istenmeyen bakterilerin büyümesi üzerindeki inhibisyona yol açar ve bu da besin madde kaybının azalmasına neden olur. Ancak, organik asitlerin kullanımındaki dezavantajlardan biri, keskin ve rahatsız edici kokularının olmasıdır. Bu nedenle alternatif silaj katkı maddeleri olarak daha güvenli olan organik asit tuzları önerilmektedir. Bir asetat türevidir ve gıda koruyucu olan sodyum diasetat (SD) ve sodyum benzoat (SB) organik asit tuzudur. Enterobakteri ve mayaların büyümesinin engellenmesi için etkili maddeler olduğu kanıtlanmış olan SD ve SB etkili bir mikrobiyal inhibitördür ve silajların yemleme dönemini uzatmak için antibakteriyel ajan olarak kullanılmaktadır (Yuan ve ark. 2017).

Bu araştırmada SD, SB ve bunların farklı oranlarındaki dozlarının (%0,5, %1 ve %2) farklı ortam sıcaklıklarında yüksek nemli mısır silajlarının aerobik stabilitesine olan etkilerinin laboratuvar koşullarında incelenmesi ve sahaya aktarılabilecek verilerin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Son yıllarda mısırın yeşil yem ve silaj üretimi amacı ile ekim alanı artmıştır. Mısırın tercih edilmesinin temel nedenleri birim alan veriminin yüksekliği, silaj yapımına uygunluğu ve elde edilen silajın besleme değerinin yüksekliği olarak sıralanabilir (TUİK 2018).

**Çizelge 2.1.** Mısırın yıllara göre ekim alanı ve üretim miktarı

Ekilen alan		Üretim (Ton)	
Yıllar	Dekar	Hasıl	Silajlık
2004	1 550 000	600 000	6 200 000
2005	2 000 000	460 000	7 600 000
2006	2 598 913	432 868	10 069 968
2007	2 690 132	302 550	10 259 595
2008	2 888 829	322 414	11 183 290
2009	2 740 031	243 268	11 099 653
2010	2 937 336	207 899	12 446 450
2011	3 127 946	238 973	13 294 380
2012	3 540 882	302 014	14 956 457
2013	4 027 160	259 335	17 835 115
2014	4 149 529	251 645	18 563 390
2015	4 231 233	235 405	19 684 599
2016	4 257 753	230 645	20 139 033
2017	4 862 296	220 884	23 152 841

Ülkemizde kıyı ve geçit iklime sahip yörelerde buğday ve arpa hasadından sonra mısır, silo yemi amacıyla ikinci ürün olarak yetiştirilmektedir. Bunun yanında ikinci ürün tarımına uygun olmayan Doğu Anadolu bölgesinde erkenci mısır çeşitleri kullanılarak silaj yapılması da olasıdır. Silaj üretimi için ülkemizde yeterli sayıda mısır çeşidi bulunmamakla birlikte Sakarya Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilmiş olan Ada, Sapanca ve Arifiye çeşitleri silaj üretimi için önerilmektedir. Bununla birlikte ülkemizde ticari olarak üretimine izin verilen ve daha çok tane mısır verimine uygun olan çok sayıda mısır çeşidi silaj üretimi için kullanılmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken diğer önemli konu, silaj üretimi amacıyla yetiştirilecek mısırın vejetasyon süresidir. Ekilen çeşidin hasat zamanında koçan bağlanmış olması, verim ve kalite bakımından çok önemlidir. Çünkü yapılan birçok çalışmada

mısırdaki yeşil aksam veriminin %50'si ve besleme değerinin %70'i koçanlardan elde edilmektedir. Özellikle ikinci ürün tarımının yapıldığı geçit bölgelerinde vejetasyon süresi kıyı bölgelerine göre daha sınırlı olduğu için hasat zamanında yanlış çeşidin ekimi nedeni ile birçoğu koçan bağlamadan silaj yapımı için biçilmektedir. Koçanın içermiş olduğu karbonhidrat miktarı, fermantasyonun istenilen düzeyde olmasını sağlamaktadır. Aksi durumda kalitesi düşük silo yemi elde edilmekte ve silo yeminden beklenen fayda sağlanmamaktadır.

Mısır çeşitleri, birim alandan çok fazla yeşil aksam üretmeleri, silaj yapımına uygunlukları ve besleme değerlerinin yüksek olması gibi özellikleri nedeni ile Dünya'da ve Türkiye'de en önemli silajlık yem bitkisi durumundadır. Bu bitkilerle yapılan silajlarda çoğu kez hiçbir katkı maddesi ilave edilmeden kaliteli silo yemi elde edebilmek mümkün olmaktadır (Denek ve ark. 2002). Silolanma etkenliği üzerinde belirleyici olan özellikler bakımından değerlendirildiğinde nispeten yüksek KM içeriği, düşük tampon kapasitesi (Tk) ve LA fermantasyonu için yeterli düzeyde suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) içeriği nedeniyle mısır ideal özelliklere sahiptir (McDonald ve ark. 1991, Polat ve ark. 2005).

Silaj, yüksek nem içeriğine sahip ürünlerin kontrollü fermantasyonu neticesinde üretilen yem materyalidir. Yapılan işleme silolama, yapıldığı yere de silo denir. Genel olarak silolanan ürün siloda anaerobik ortam ve düşük pH'nın teminiyle muhafaza edilir. Silodaki anaerobik koşulların temini laktik asit bakterileriyle (LAB) ortamdaki substrat için rekabet eden aerobik bakteriler, mayalar ve mantarların gelişimini, silaj pH'sındaki hızlı düşüş ise bitki proteazlarını inaktive ederek proteinlerin yıkımını ve anaerobik mikroorganizmaların gelişimini engeller (Muck 1996). Siloda anaerobik koşullar, silolanan materyalin uygun KM içeriğinde silolanması, uygun parça büyüklüğü, siloya hızla doldurulması, yeterince sıkıştırılması, hızlı ve hava almayacak şekilde kapatılmasıyla sağlanabilir. Anaerobik koşulların teminiyle üründe doğal olarak mevcut olan LAB'leri SÇK'yı çoğunlukla LA olmak üzere çeşitli organik asitlere fermente ederler. Laktik asit bakterilerinin fermantasyon ürünü olan bu asitler ortamın H<sup>+</sup> iyonu konsantrasyonunu, silajda faaliyetleri istenilmeyen mikroorganizmaların gelişimini inhibe edecek bir seviyeye çıkarır. Sonuçta LA üretiminin devamı ve buna bağlı olarak da pH'nın düşmesi ortamdaki bütün bakterilerin gelişimini engeller. İnhibisyon için gerekli kritik pH seviyesi silolanan materyalin KM içeriğine göre değişiklik gösterir (McDonald ve ark. 2002).

Aerobik stabilite açılan bir silajın ısınmadan ve bozulmadan kaldığı sürenin uzunluğu olarak tanımlanmaktadır. Aerobik stabilite kompleks bir süreç olup, silolanan ürünün mikrobiyal bileşimi, fermantasyon özellikleri, silaj kitesinin sıcaklığı ve silaj yoğunluğu

oluşabilecek kayıpları etkilemektedir (Koc ve ark. 2009). Aerobik bozulmanın saha koşullarındaki en tipik belirleyicileri kitlede sıcaklığın yükselmesi ve küf gelişimidir (Bolsen ve ark. 1993, Ruppel ve ark. 1995). Ranjit ve Kung (2000), aerobik stabilite süresini silaj sıcaklığının ortam sıcaklığının 2 °C üzerine yükselmeden önce, stabil kaldığını süre olarak tanımlamaktadır.

Yüksek sıcaklık (35-45 °C) mikrobiyal aktiviteyi teşvik ederek, silajın hızlı bir şekilde bozulmasına neden olur (Uriarte 2001, Koc ve ark. 2009, Wilkinson ve Davies 2012, Koç ve ark. 2018a, Koç ve ark. 2018b). Dolayısıyla sıcak bölgelerde yapılan silajlar, soğuk bölgelerde yapılan silajlara göre ve yaz aylarında yapılan silajlarda kış aylarında yapılan silajlara göre daha fazla ısınırlar. (Filya 2001).

Yapılan çalışmalar farklı materyalden yapılmış olan silajların, aerobik bozulmaya olan dirençleri bakımından farklı özellikler taşıdığını ortaya koymaktadır. Mısır benzeri karbonhidratça zengin materyalin bu anlamda daha fazla olumsuz etkiye sahip olduğu söylenebilir (McDonald ve ark. 1991). Silolama yeteneği göz önüne alındığında mısır yüksek KM ve SÇK kapsamı ve aynı zamanda düşük Tk sahip olması nedeniyle kolay silolanabilir bir yem materyaldir. Ancak, mısır gibi yüksek SÇK içeriğine sahip bitkilerde *Candida lambica* ve *Candida krusei* gibi maya varyetelerinin fermantasyon sırasında gelişebildikleri ve düşük düzeyde de olsa LA ve karbonhidratları asimile edebildiklerini bildirmişlerdir (Kızılışımşek ve ark. 2016). Mayalar iyi fermente olmuş silajlarda 10 cfu/g'dan bozulmuş silajlarda 10<sup>12</sup> cfu/g'a kadar değişen düzeylerde bulunabilirler (Middlehoven ve Van Baalen, 1988). Daniel ve ark. (1970) maya popülasyonu 10<sup>6</sup> cfu/g olan silajların, aerobik bozulmaya açık silajlar olduğunu bildirmişlerdir.

Silaj üretiminde fermantasyon olaylarının kontrol altına alınabilmesi bakımından başvurulan yöntemlerden biriside katkı maddesi kullanımınıdır. Katkı maddeleri kullanımı silaj yapımının önemli bir aşaması olup, parçalama işlemi ile birlikte kombine edilmelidir. Parçalama işlemi, silaj katkı maddelerinin silolanana materyale homojen bir şekilde karışmasına olanak sağlar (Filya ve Sucu 2005). Etki mekanizmaları, yapıları ve kullanım amaçlarına göre farklı gruplar altında incelenebilecek olan katkı maddelerini silolanana kitlede arzu edilemeyen mikroorganizma aktivitesini baskı altına alan katkı maddeleri (çeşitli asit ve bunların karışımları, tuz, vb.) ve LAB aktivitesini destekleyen katkı maddeleri (şeker ve nişasta içeren besin maddeleri, enzim preparatları, mikrobiyal kültürler vb.) olmak üzere iki ana grupta değerlendirmekte olasıdır (McDonald ve ark. 1991, Yurtman ve ark. 1997).

Silaj yapımında organik asit kullanımı ise çok uzun yıllara dayanmaktadır. Organik asitler katıldıkları bitkilerde pH'yı düşürerek fermantasyonu sınırlamakta ve bunun sonucunda



silajlardaki ısınmayı önlemektedirler. Diğer yandan antibakteriyel etkileri sayesinde, silajlarda maya, küf, clostridia, enterobakteri ve diğer aerobik mikroorganizmaların gelişip çoğalmasını engelleyerek silajların aerobik stabilitelelerini arttırmaları. Böylece yemlemede kullanılmak üzere açılan silajlar, bozulmadan uzun süre kullanılabilir. Organik asitler ayrıca silajların yem ve enerji değerlerini arttırmaları (Filya ve Sucu 2005). Formik, propiyonik, asetik, laktik, kapoik, sorbik, benzoik asit gibi birçok asit silajlarda kaliteyi ve buna bağlı olarak hayvansal verimi arttırmak amacıyla silaj katkı maddesi olarak yüksek oranlarda kullanılmaktadır. Bunların içinde en fazla kullanılanı formik asittir (Kılıç 1986, Coşkun ve ark. 1998).

Organik asitlerin silolama sırasında 0,5- 2 kg /ton miktarında taze materyale uygulandığı zaman aerobik stabiliteyi geliştirmeye yardımcı olduğu bilinmektedir (Kocaoğlu Güçlü ve Kara 2010, Koc ve ark. 2009). Yapılan çeşitli araştırmalarda formik asit ve formik asit temeline dayalı koruyucuların, katıldıkları silajların pH'larını çok kısa bir sürede düşürerek fermantasyonu sınırlandırdıkları ve silajlarda aerobik bozulmaya neden olan maya, küf, enterobakteri ve clostridium gelişimini önleyerek silajların aerobik stabilitelelerini geliştirdikleri saptanmıştır (Filya ve Sucu 2003, Filya ve ark. 2004). Ayrıca bu katkı maddeleri katıldıkları silajların ısınmasını engelleyerek, silajlardaki proteolisi (protein parçalanması) önlemekte ve silajlardaki amonyağa bağlı nitrojen (NH<sub>3</sub>-N) miktarını düşürmektedirler (McDonald ve ark. 1991, Filya 2001, Can ve ark. 2003, Filya ve ark. 2004).

Şahin ve ark. (1997) yaş şeker pancarı posasının silolanması sırasında farklı katkı maddeleri kullanarak silaj kalitesi ve posanın saklama özelliğine etkisini araştırdıkları çalışmalarında kontrol (K), formik asit (F), %8 pörsütülmüş arpa hasılı silajı (P), %8 mısır silajı (M), ve %8 oranında HCl ile işlenmiş saman (S) kullanmışlardır. Yapılan silajların fermantasyon ürünlerine bakıldığında en düşük pH düzeyi 3.50 ile F grubunda tespit edilmiş, bunu sırasıyla 3,88, 3,92, 4,00 ve 4,36 ile S, P, M, K grupları izlemiştir. LA düzeyi ise formik asit grubunda 1,77 ve kontrol grubunda 2,07 olmak üzere sırasıyla S, P, M grup değerleri olan 2,94, 3,15, 3,18 ile karşılaştırıldığında önemli düzeyde düşük bulunmuştur. Asit ilave edilen gruplarda BA saptanmazken kontrol grubunda tespit edilmiştir. AA ve NH<sub>3</sub>-N, bütirik asidin ise bulunmaması, formik asit ve silajlarda bulunan LA'in ortam pH'sını düşürmesi sonucu mikroorganizmaların özellikle de küfler ile proteinleri parçalayan ve BA oluşturan bakteriler üzerine kuvvetli bir etkinlikte bulunarak, bunların salgıladığı enzimleri inhibe etmesinden kaynaklanabilir. Silolar açıldıktan sonra taze şeker pancarı posasındaki küf sayılarına bakıldığında en yüksek küf ve aerob bakteri sayısı taze posada tespit edilmiş, silaj grupları arasında ise kontrol grubu silajında diğer gruplara nazaran farklar önemli bulunmuştur.

Harrison ve ark. (1989) tarafından yapılan çalışmada da silolar açıldıktan sonra fungal

kolonilerin hızla arttığı, en yüksek küf sayısının asit ilave edilmeyen kontrol grubunda tespit edildiği ve 29. günde küf sayısının aşırı derecede yükseldiği, asit ilavesinin ise fungal kontaminasyonu geriletmediği tespit edilmiştir.

Filya ve ark. (2004b) taze mısır ve mısır silajlarında formik asit temeline dayalı koruyucu kullanarak yaptıkları çalışmalar neticesinde uyguladıkları 5 günlük doğrudan hava ile temas eden silajlardan kontrol silajında, yüksek miktarda CO<sub>2</sub> üretimi (95,4 ± 1,69 g/kg KM) tespit etmişlerdir. Formik asit temeline dayalı koruyucu ise, silajlarda hava ile temas ettikleri 5 gün boyunca CO<sub>2</sub> üretimlerini azaltmıştır. En düşük CO<sub>2</sub> üretimi 82,1 ± 2,02 g/kg KM ile 4,0 g/kg düzeyinde formik asit kullanılan mısır silajında görülmüştür. Aynı çalışmada aerobik stabilite testi sonucunda formik asit katılan silajların maya ve küf sayıları, kontrol silajına göre önemli düzeyde düşmüştür (P < 0,05). pH değerlerine bakıldığında ise 5 gün sonunda ölçülen değerlerde 90 günlük silolama dönemi sonunda ölçülen pH değerlerine göre bir miktar yükselme görülmüş ancak formik asit katılan silajların pH değerleri kontrol silajından (Kontrol silajı: 4,0± 0; 2,0 g/kg FAT: 3,7 ± 0; 3,0 g/kg FAT: 3,7 ± 0; 4,0 g/kg FAT: 3,5 ± 0) önemli düzeyde düşük bulunmuştur.

Filya ve Sucu (2005) mısır ve mısır silajlarında çiftlik koşullarında yaptıkları aynı çalışmayı laboratuvar koşullarında yaptıklarında da benzer şekilde formik asit temeline dayalı koruyucu kullandıkları silajlarda aerobik stabilite testinde kontrol silajlarına göre önemli farklılıklar tespit etmişlerdir. 1,0 g/kg formik asit katılan silajlar haricindeki tüm silajların küf popülasyonları da kontrol silajından önemli düzeyde düşük bulunmuştur (P < 0,05).

Formik asit (%85 yoğunlukta) 1:20 oranında sulandırılarak yem türüne göre değişmekle birlikte % 4-5'e kadar kullanılabilir (Kılıç 1986). Formik asidin hem ortamı asitlendirici etkisiyle istenmeyen bakterilerin gelişimini sınırlandırdığı, hem de seçici bir antimikrobiyal özellik göstererek etkili olduğu bildirilmektedir. Sülfürik asit ve hidroklorik asit gibi mineral asitlerin sadece pH'nın düşmesinde etkili olup spesifik bir antimikrobiyal aktivite göstermediği belirtilmektedir (Bolsen ve ark. 1996b).

Formik asit, güçlü asidik etkiye sahip olmasına rağmen, mineral asitlere nazaran daha zayıf etkilidir. Ticari olarak ürünlerin pH'sını düşürmek için fazla kullanılmaz. Formik asit dışındaki diğer asitlerin yakıcı, aşındırıcı vb. etkilerinden dolayı kullanımlarının sınırlı kaldığını bildirmektedirler (Coşkun ve ark. 1998). Silajlardaki proteoliz olayları genellikle bitki proteazlarının aktivitesi ile ilişkilidir. Deaminasyon olayı ise, mikrobiyal enzimler tarafından oluşturulur. Formik asit gibi bir asit ilavesi ile mikrobiyal enzimlerin proteolitik aktivitelerinin etkin bir şekilde inhibe edildiği ve buna bağlı olarak yıkım olaylarının azaldığı bildirilmektedir (McDonald 1981).

Mayaların, özellikle formik aside karşı dirençli olduğu bilinmektedir. Bu sebeple formik asit ilave edilerek hazırlanan silajların aerobik stabilitesi, silajda yüksek miktarda bulunabilen mayalardan dolayı zayıf olmaktadır. Aynı zamanda fermantasyon da sınırlanmış olduğu için böyle silajlarda çoğu zaman yüksek oranda rezidüel karbonhidrat kaldığı bildirilmektedir (Atwal 1985, Haigh ve ark. 1987, Bolsen ve ark. 1996). Formik asit ve yağ asitlerinin antibakteriyel etkisi hidrojen iyon konsantrasyonunu değiştirici etkileri ile şekillenmektedir. Etanol üretme özelliğine sahip mayalar, formaldehite karşı dirençlidirler (Woolford 1975).

Woolford (1975) formik asit, asetik asit ve propiyonik asit ile yaptığı çalışmasında propiyonik asidin pH 5-6 arasında *clostridia*, *bacillus* türleri ve gram negatif bakterileri engellemede daha etkili olmasına rağmen, en etkili asidin formik asit olduğunu saptamıştır. Chamberlain ve Quig (1987) silolanmış çavdar hasılında 0, 2, 4 ve 6 l/ton formik asit kullanmış ve 2 l/ton`dan fazla miktardaki oranlarda kullanılan formik asidin, silolamanın erken dönemlerinde LA seviyesinde belirgin bir azalmaya neden olduğunu belirlemiştir.

Soldurulmuş ve KM miktarı %36`ya kadar yükseltilmiş çavdar hasılına formik asit (3,3 g/kg) ilave ederek yapılan silajlarda total mikroorganizma sayısında azalma belirlenmiş, LAB aktivitesinde sınırlı bir etkinin olduğu ortaya koyulmuştur (Henderson ve ark. 1972). Formik asit uygulamalarının silaj kalitesi ve verim değerleri üzerine olumlu sonuçlar verdiğini bildiren çalışmaların (Atwal 1985, Stella 1986, Haigh ve ark. 1987) yanı sıra etkili olmadığını bildiren çalışmalar da (Henderson ve ark. 1972, Lindgren ve ark. 1985) bulunmaktadır. Formik asidin silaj kompozisyonu üzerinde etkisi; uygulama miktarına, ürünün KM içeriğine ve çeşidine bağlıdır. Kolay çözülebilir karbonhidratça zengin yemlerde formik asidin kullanımı ile laktat fermantasyonu şekillenmektedir. Asetik asit üretiminin azalması sonucu, istenilen düzeyde bir fermantasyon gerçekleşmektedir. Yüksek düzeyde formik asidin kullanılmasıyla, karbonhidrat içeriği yüksek silaj yemlerinde polisakkaritlerin hidrolizi sonucu şeker artışı olmaktadır. Formik asidin kaba yemlerdeki nitrojen bileşikleri üzerine etkisi de bulunmaktadır. Formik asit düzeylerindeki artışa bağlı olarak proteolizis ve deaminasyon olaylarında azalma şekillenmektedir (McDonald ve ark. 1991). Kuru madde miktarındaki artışa (özellikle kolay çözülebilir karbonhidrat) paralel olarak formik asidin koruyucu etkisi de artmaktadır. Formik asit, depolama süresince silaj içerisindeki ısının düşük olmasına bağlı olarak, bitki solunumunu engelleyici etki de oluşturmaktadır. Chamberlain ve Quig (1987) formik asidin yüksek dozda (2-4 l/ton) kullanımının fermantasyon üzerine olumsuz etkiler oluşturduğunu belirtmiştir.

Filya ve ark. (2004a) hamur olum döneminde hasat edilen mısır bitkisine 2, 3 ve 4

g/kg düzeyinde formik asit ilave ederek çiftlik koşullarında silolamışlardır. Doksan günlük silolama dönemi sonunda kontrol, 2, 3 ve 4 g/kg formik asit kullanılan gruplarda pH değerlerini sırasıyla 4,0, 3,7, 3,7 ve 3,5; KM içeriklerini %31,7, 32,0, 33,3 ve 34,3; SÇK içeriklerini %2,2, 2,5, 2,6 ve 2,6; NH<sub>3</sub>-N içeriklerini %7,9, 7,1, 6,6 ve 6,4; LA içeriklerini %5,1, 3,3, 3,3 ve 3,1; AA içeriklerini %4,2, 2,7, 1,0 ve 0,6; BA içeriklerini %4,6, 2,3, 0,8 ve 0,5; etanol içeriklerini ise %3,3, 6,5, 6,7 ve 7,0 olarak saptamışlardır. Farklı düzeyde formik asit kullanımının mısır silajlarının pH değerleri, NH<sub>3</sub>-N, LA, AA ve BA içeriklerinin kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşük, etanol içeriklerinin ise daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (P<0,05). Diğer yandan kontrol, 2,0, 3,0 ve 4,0 g/kg formik asit kullanılan gruplarda *lactobacilli* sayıları sırasıyla 8,1, 5,8, 5,3 ve 5,0 cfu/g; maya sayıları 35,4, 23,2, 19,6 ve 12,4 cfu/g; küf sayıları 30,7, 11,8, 7,0 ve 4,9 cfu/g olarak saptamışlardır. Silajların LAB, maya ve küf sayıları da formik asit kullanılan gruplarda, kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşmüştür (P<0,05). Silolamanın 90. gününde açılan silajlara 5 gün süre ile uygulanan aerobik stabilite testi sonucunda mısır silajlarının pH değerleri kontrol, 2, 3 ve 4 g/kg formik asit kullanılan gruplarda sırasıyla 4,7, 3,9, 3,8 ve 3,7; CO<sub>2</sub> üretimleri 95,4, 89,3, 87,3 ve 82,1 g/kg; maya sayıları 14,7, 11,5, 10,7 ve 8,5 cfu/g; küf sayıları ise 17,5, 10,8, 9,1 ve 7,2 cfu/g olarak saptamışlardır. Araştırmacılar beş günlük bu dönem sonucunda formik asit katılan silajların, kontrol silajına göre önemli düzeyde (P<0,05) daha düşük pH değeri ve CO<sub>2</sub> üretimi meydana geldiği, diğer yandan aerobik stabilite testi sonunda formik asit katılan silajların maya ve küf sayılarının, kontrol silajına göre önemli düzeyde düştüğünü (P<0,05) bildirmektedirler.

Filya ve Sucu (2005) süt olum döneminde hasat edilen mısır bitkisine 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0, 3,5 ve 4,0 g/kg düzeyinde formik asit ilave ederek silolamışlardır. 90 günlük silolama dönemi sonunda kontrol, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0, 3,5 ve 4,0 g/kg formik asit kullanılan gruplarda pH değerlerini sırasıyla 4,1, 3,8, 3,7, 3,7, 3,4, 3,2, 3,1 ve 3,1; KM içeriklerini %21,6, 21,6, 21,1, 21,6, 21,8, 21,9, 21,7 ve 22,2; SÇK içeriklerini %2,2, 2,1, 2,1, 2,0, 2,0, 1,8, 1,6, ve 1,5; NH<sub>3</sub>-N içeriklerini %8,8, 8,2, 5,1, 4,8, 4,6, 4,8, 4,9 ve 2,9; LA içeriklerini %6,3, 4,1, 4,0, 3,7, 3,6, 3,2, 3,0, ve 2,7; AA içeriklerini %4,0, 2,3, 2,0, 1,8, 1,4, 1,1, 0,9 ve 0,4; BA içeriklerini %2,7, 2,1, 2,0, 1,6, 1,6, 1,6, 1,2, 0,7 ve 0,3 olarak saptamışlardır. Farklı düzeyde formik asit kullanımının mısır silajlarının pH değerleri, NH<sub>3</sub>-N, LA, AA ve BA içeriklerini kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşürdüğünü bildirmişlerdir (P<0,05). Diğer yandan kontrol, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0, 3,5 ve 4,0 g/kg formik asit kullanılan gruplarda *lactobacilli* sayıları sırasıyla 7,6, 6,1, 5,7, 5,5, 5,4, 4,8, 4,5 ve 4,0 cfu/g; maya sayıları 6,3, 3,1, 3,1, 3,0, 2,9, 2,4, 2,3 ve 1,8 cfu/g; küf sayıları 7,3, 4,1, 3,7, 3,5, 3,0, 2,6, 2,1 ve 1,5 cfu/g

olarak saptamışlardır. Silajların LAB, maya ve küf sayıları da formik asit kullanılan gruplarda kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşmüştür ( $P<0,05$ ). Silolamanın 90. gününde açılan silajlara 5 gün süre ile uygulanan aerobik stabilite testi sonucunda mısır silajlarının pH değerleri kontrol, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0, 3,5 ve 4,0 g/kg formik asit kullanılan gruplarda sırasıyla 4,4, 4,1, 4,0, 3,9, 3,8, 3,6, 3,5 ve 3,4; CO<sub>2</sub> üretimleri 6,9, 7,0, 7,1, 7,0, 5,6, 4,7, 4,7 ve 4,6 g/kg; maya sayıları 4,0, 3,9, 3,9, 3,8, 2,0, 1,6, 1,8 ve 1,6 cfu/g; küf sayıları ise 4,7, 3,9, 3,2, 2,5, 1,8, 1,5, 1,1 ve 0,5 cfu/g olarak saptamışlardır. Araştırmacılar 5 günlük bu dönem sonucunda özellikle 2,5, 3,0, 3,5 ve 4,0 g/kg düzeyinde formik asit katılan silajlarda daha düşük bir CO<sub>2</sub> üretimi görülmüş olup bu silajlar ile diğer silajlar arasında görülen farklılıklar önemli düzeyde ( $P<0,05$ ) bulunduğu, diğer yandan aerobik stabilite testi sonunda 2,5, 3,0, 3,5 ve 4,0 g/kg düzeyinde formik asit katılan silajların maya sayılarının, diğer silajlara göre önemli düzeyde düştüğünü ( $P<0,05$ ), 1,0 g/kg düzeyinde formik asit katılan silajların haricindeki tüm silajların küf popülasyonlarının da kontrolden önemli düzeyde düşük bulunduğunu ( $P < 0,05$ ) bildirmektedirler.

Altınçekiç (2016) süt olum döneminde hasat edilen mısır bitkisine formik asit, homofermantatif LAB inokulantı ve formik asit+LAB kombinasyonu kullanılarak silolamıştır. Altmış günlük silolama dönemi sonunda kontrol, 3, 4, 5 g/kg formik asit, LAB, 3, 4 ve 5 g/kg formik asit+LAB kullanılan gruplarda pH değerleri sırasıyla 3,68, 3,76, 3,77, 3,85, 3,65, 3,82, 3,82 ve 3,80; KM içerikleri %25,7, 24,5, 25,0, 24,6, 25,6, 23,5, 23,9 ve 24,4; SÇK içerikleri %1,7, 4,0, 3,7, 7,5, 2,2, 2,8, 4,5 ve 8,8; NH<sub>3</sub>-N içerikleri 15,6, 10,1, 7,0, 3,7, 13,8, 11,1, 9,3 ve 8,0; laktik asit içerikleri %2,1, 1,4, 1,3, 1,3, 2,3, 1,3, 1,2 ve 1,3; AA içerikleri ise 0,6, 0,6, 0,1, 0,9, 0,5, 0,8, 0,7 ve 0,9 olarak saptamıştır. Diğer yandan 60 günlük silolama sonunda kontrol, 3, 4, 5 g/kg formik asit, LAB, 3, 4 ve 5 g/kg formik asit+LAB kullanılan gruplarda LAB sayıları sırasıyla 79, 78, 79, 76, 83, 77, 75 ve 74 cfu/g; maya sayıları 3,5, 5,5, 4,1, 3,6, 5,2, 4,0, 4,4 ve 4,3 cfu/g; küf sayıları 3,2, 5,3, 3,9, 3,3, 5,1, 3,8, 4,0 ve 3,8 olarak saptamışlardır. Silolamanın 60. gününde açılan silajlara 5 gün süre ile uygulanan aerobik stabilite testi sonucunda mısır silajlarının pH değerleri kontrol, 3,0, 4,0, 5,0 g/kg formik asit, LAB, 3,0, 4,0 ve 5,0 g/kg formik asit+LAB kullanılan gruplarda sırasıyla 5,3, 4,4, 4,0, 4,2, 5,1, 4,1, 4,8 ve 4,9; CO<sub>2</sub> üretimleri 68,4, 83,2, 78,9, 145,8, 92,3, 111,6 ve 141,4 g/kg; maya sayıları 8,0, 4,6, 6,6, 6,5, 7,2, 4,6, 7,2 ve 7,7 cfu/g; küf sayıları ise 7,8, 7,1, 7,3, 7,6, 7,0, 7,2, 7,5 ve 7,9 cfu/g olarak saptamışlardır. Araştırmacı LAB inokulantının mısır silajlarında fermantasyon özelliklerini geliştirirken, formik asidin aerobik stabiliteyi geliştirdiğini ( $P<0,05$ ), formik asit + LAB kombinasyonunun ise silaj fermantasyon özellikleri ve aerobik stabilitesini etkilemediğini bildirmektedir.

Yıldırım (2008) yaş bira posasına 5, 10, 15 ve 20 g/kg düzeyinde formik asit ilave ederek silolamışlardır. Kırk günlük silolama dönemi sonunda kontrol, 5, 10, 15 ve 20 g/kg formik asit kullanılan gruplarda pH değerlerini sırasıyla 4,17, 4,10, 4,04, 3,79 ve 3,71; KM içeriklerini %26,42, 23,41, 24,04, 22,21 ve 24,05; SÇK içeriklerini 9,67, 10,15, 10,88, 9,66 ve 10,00 g/kg KM; NH<sub>3</sub>-N içeriklerini 0,18, 0,82, 0,16, 0,07 ve 0,40 g/kg KM; LA içeriklerini %2,19, 1,60, 1,88, 1,73 ve 1,61 olarak saptamıştır. Farklı düzeyde formik asit kullanımının yaş bira posası silajlarının pH değerleri, KM ve LA içeriklerini kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşük olduğunu bildirmektedir (P<0,05). Diğer yandan kontrol, 5, 10, 15 ve 20 g/kg formik asit kullanılan gruplarda LAB sayıları sırasıyla 1,71, 1,03, 1,39, 1,48 ve 1,77 cfu/g; maya sayıları 2,09, 0,95, 1,53, 1,70 ve 1,06 cfu/g olarak saptamıştır. Silajların LAB sayıları kontrol ve 20 g/kg formik asit kullanılan grupta önemli düzeyde yüksek (P<0,05), maya sayıları da formik asit kullanılan gruplarda kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşük bulunmuştur. Silolamanın 40. gününde açılan silajlara 5 gün süre ile uygulanan aerobik stabilite testi sonucunda yaş bira posası silajlarının pH değerleri 5, 10, 15 ve 20 g/kg formik asit kullanılan gruplarda sırasıyla 9,36, 7,53, 5,21, 4,94 ve 4,24; CO<sub>2</sub> üretimleri 24,11, 23,95, 21,72, 16,11 ve 15,67 g/kg KM; maya sayıları 1,55, 1,62, 1,50, 1,25 ve 0,96 cfu/g; küf sayıları ise 2,50, 1,07, 0,00, 0,000 ve 0,00 cfu/g olarak saptamışlardır. Araştırmacılar beş günlük bu dönem sonucunda formik asit katılan silajların pH değeri, CO<sub>2</sub> üretimi, maya ve küf sayılarının kontrol silajına göre önemli düzeyde düştüğünü (P<0,05) bildirmektedirler.

Bolsen ve ark. (1996b) %35 KM' ye sahip mısır bitkisinde LAB ve LAB+PAB inokulantının mısır silajlarının aerobik stabilitesi üzerine etkilerini inceledikleri araştırmalarında, 90 günlük silolama dönemi sonunda açılan silajlara 10 gün süreyle aerobik stabilite testi uygulamıştır. Silajların doğrudan hava ile temas ettiği bu 10 günlük dönemde kontrol, LAB ve LAB+PAB gruplarının pH'larını 6,1, 5,9 ve 5,1, maya sayılarını 8,4, 9,1 ve 9,4 cfu/g; küf sayılarını 7,8, 7,6 ve 7,6 cfu/g olarak saptamışlardır. Bu 10 günlük aerobik dönem boyunca kontrol, LAB ve LAB+PAB gruplarının aerobik olarak stabil kalma sürelerini ise sırasıyla 118, 94 ve 122 saat olarak saptamışlardır.

Sebastian ve ark. (1996) propiyonik asit ve *Lactobacillus plantarum*+*Enterococcus faecium* karışımı bir bakteriyel inokulant kullandıkları mısır silajlarının son günü (202. gün) açarak silajlara 7 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulamışlardır. Silajların pH'larını kontrol, propiyonik asit ve LAB kullanılan gruplarda sırasıyla 5,3, 5,1 ve 5,9; NH<sub>3</sub>-N içeriklerini %1,5, 2,9 ve 4,4; SÇK içeriklerini %1,2, 1,4 ve 0,7; LA içeriklerini %0,0, 0,3 ve 0,1; AA içeriklerini %0,2, 0,2 ve 0,1 olarak belirlemişlerdir. *Lactobasilli* sayılarını kontrol, propiyonik asit ve LAB kullanılan gruplarda sırası ile 8,3, 7,6 ve 8,1 cfu/g; maya ve küf

sayılarını ise 9,0, 7,0 ve 8,8 cfu/g olarak saptamışlardır. Araştırmacılar aerobik stabilite üzerinde, silajların mikrobiyal popülasyonu ve sıcaklık değişimleri kadar silajların kimyasal bileşimlerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Kung ve ark. (2000) mısır silajında propiyonik asidi 3 farklı (%0,1, 0,2 ve 0,3) konsantrasyonda kullanarak mısır silajlarının aerobik stabiliteleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, propiyonik asit kullanımının silajların aerobik stabilitelerini kontrol ve % 0,2 propiyonik asit ile muamele edilmiş gruplarda sırasıyla 35,3 ve 56 saat olarak saptanmıştır ( $P<0,05$ ).

Filya (2003) hamur olum döneminde biçilen (%39,4 KM) mısır bitkisini %0,23 düzeyinde formik asit, %0,33 düzeyinde asetik asit ve %0,43 düzeyinde propiyonik asit ile muamele etmiş ve 60 günlük silolama dönemi sonunda açılan tüm silajlara 5 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmıştır. Bu dönemde mısır silajlarının aerobik stabiliteleri üzerine asetik ve propiyonik asidin herhangi bir etkisinin görülmediğini fakat formik asidin CO<sub>2</sub> üretimini önemli düzeyde ( $P<0,05$ ) düşürerek silajların aerobik stabilitelerini arttırdığını bildirmiştir. Silajların hava ile doğrudan temas ettiği bu 5 günlük aerobik dönem boyunca kontrol, formik asit, asetik asit ve propiyonik asit katılan mısır silajlarının pH'larını sırası ile 3,7, 3,6, 3,7 ve 3,7; CO<sub>2</sub> üretimlerini 7,5, 3,5, 7,1 ve 7,2 g/kg; maya sayılarını 5,3, 0,5, 3,2 ve 3,7 cfu/g; küf sayılarını 3,8, 0,8, 0,8 ve 0,8 cfu/g olarak saptamıştır. Araştırmacı mikrobiyolojik analiz bulgularına göre mısır silajına katılan formik asidin silajlarda bozulmaya neden olan mikroorganizma popülasyonlarının azalması üzerinde oldukça etkili olduğunu; silajların maya, küf ve *lactobacilli* içeriğini önemli düzeyde düşürdüğünü saptamıştır ( $P<0,05$ ).

Filya ve Sucu (2003) mısır, sorgum ve buğday silajlarında homofermantatif LAB inokulantı ve formik asit kullanımının bu silajların aerobik stabiliteleri üzerine olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında LAB inokulantının 90 günlük silolama dönemi sonunda açılan ve 5 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanan silajlarda yoğun bir CO<sub>2</sub> çıkışına neden olduğunu ( $P<0,05$ ), buna karşın formik asidin silajlardaki CO<sub>2</sub> çıkışını önemli düzeyde düşürerek ( $P<0,05$ ) silajların aerobik olarak stabil kalmalarını sağladığını saptamışlardır. 5 günlük aerobik dönem sonunda kontrol, LAB inokulantı ve formik asit katılan silajların pH değerleri sırası ile 4,0, 3,8 ve 3,1; CO<sub>2</sub> üretimleri 9,8, 14,2 ve 4,6 g/kg olarak saptanmıştır. Kontrol, LAB inokulantı ve formik asit katılan silajların maya sayıları sırası ile 5,2, 7,9 ve 0,6 cfu/g; küf sayıları 3,3, 3,1 ve 0,3 cfu/g olarak saptanmış ve formik asidin mısır silajlarındaki maya ve küf popülasyonlarını kontrol ve LAB inokulantı kullanılan silajlara göre önemli düzeyde düşürdüğü belirlenmiştir ( $P<0,05$ ).

Filya ve ark. (2004a) propiyonik asit bakteri inokulanı (PAB), LAB inokulanı ve LAB+PAB inokulanı katkıları buğday, mısır ve sorgum silajlarını silolamanın 60. gününde açarak 5 gün süre ile aerobik stabilite testine tabi tutmuşlardır. Bu test sonucunda tek başına PAB katılan tüm silajların etkili bir şekilde korunduğunu ve aerobik stabilitelerinin diğer inokulanlı silaj gruplarına göre önemli düzeyde geliştiğini saptamışlardır ( $P<0,05$ ). Kontrol, LAB, PAB ve LAB+PAB kullanılan silajlarda CO<sub>2</sub> üretimini sırasıyla 25,6, 44,5, 5,8 ve 31,9 g/kg olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar LAB ve PAB kombinasyonunun mısır, sorgum ve buğday silajlarının aerobik stabilitesini geliştirmede yetersiz kaldığını bildirmişlerdir.

Filya ve ark. (2004b) hamur olum döneminde (%33,7 KM) hasat edilmiş mısır bitkisini %0,2, 0,3 ve 0,4 FAT kullanarak silolamışlar ve 90 günlük silolama dönemi sonunda açılan silajlara 5 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulamışlardır. Bu 5 gün boyunca doğrudan hava ile temas eden silajlarda CO<sub>2</sub> üretimini kontrol, % 0,2, 0,3 ve 0,4 FAT katılan silajlarda sırası ile 95,4, 89,3, 87,3 ve 82,1 g/kg; pH'larını 4,7, 3,9, 3,8 ve 3,7; maya sayılarını 14,7, 11,5, 10,7 ve 8,5 cfu/g; küf sayılarını 17,5, 10,8, 9,1 ve 7,2 cfu/g olarak saptamışlardır.

Kung ve ark. (2004) daneleri yüksek nem içeriğine sahip mısır bitkisini % 0,1 ve 0,2 propiyonik asit temelli koruyucu (PAT) ile, tek başına LAB inokulanı ve %0,1 ve 0,2 PAT+LAB kombinasyonu kullanarak silolamışlar ve fermantasyonun son döneminde (120. gün) açtıkları silajların aerobik stabilitelerini belirlemişlerdir. Kontrol silajlarının 116 saat stabil kaldığını, beklenenin aksine %0,1 PAT+LAB kombinasyonunun kontrol silajına göre aerobik olarak stabil kalma süresini etkilemediğini fakat %0,2 PAT+LAB kombinasyonu kullanılan silajlarda tüm silajlara göre en yüksek aerobik stabilitenin sağlandığını (390 saat) saptamışlardır. Tek başına LAB kullanılan silajların ise aerobik olarak stabil kalma sürelerinin kontrol silajından daha kısa olduğunu bildirmişlerdir.

Filya ve Sucu (2005) süt olum döneminde hasat edilen %21,8 KM içeriğine sahip mısır bitkisini % 0,1, 0,15, 0,2, 0,25, 0,3, 0,35, ve 0,4 FAT kullanarak silolamışlar ve silolamanın 90. gününde açılan silajlara 5 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmıştır. Bu 5 gün boyunca hava ile temas eden mısır silajların pH değerlerini kontrol, % 0,1, 0,15, 0,2, 0,25, 0,3, 0,35, ve 0,4 FAT katılan silaj gruplarında sırasıyla 4,4, 4,1, 4,0, 3,9, 3,8, 3,6, 3,5 ve 3,4 olarak saptamışlar ve FAT katılan silajların pH'larının kontrol silajından önemli derecede düşük bulunduğunu bildirmişlerdir ( $P<0,05$ ). 5 günlük dönem boyunca kontrol, % 0,1, 0,15, 0,2, 0,25, 0,3, 0,35, ve 0,4 FAT katılan silaj gruplarında CO<sub>2</sub> üretimlerini sırasıyla 6,9, 7,0, 7,1, 7,0, 5,6, 4,7, 4,7 ve 4,6 g/kg olarak saptamışlar, %0,3 ve 0,4 FAT katılan silajlarda diğer silajlara göre daha düşük bir CO<sub>2</sub> üretimi meydana geldiğini ve bu silajlar ile diğer silajlar arasındaki farklılığın önemli düzeyde olduğunu bildirmişlerdir ( $P<0,05$ ). Diğer yandan



kontrol, % 0,1, 0,15, 0,2, 0,25, 0,3, 0,35, ve 0,4 FAT katılan silaj gruplarında maya sayılarını sırası ile 4,0, 3,9, 3,9, 3,8, 2,0, 1,6, 1,8 ve 1,6 cfu/g olarak saptamışlar. %0,3 ve 0,4 FAT katılan silajların maya sayılarının diğer silajlara göre önemli düzeyde düşük olduğunu ( $P<0,05$ ), sadece %0,1 FAT katılan silaj hariç tüm silajların küf sayılarının kontrol silajına göre önemli düzeyde düşük bulunduğunu bildirmişlerdir ( $P<0,05$ ).

Filya ve ark. (2005) PAB inokulantı, LAB inokulantı ve LAB+PAB kombinasyonu kullanarak 60 gün boyunca siloladıkları mısırsı silolama dönemi sonunda 5 gün süre ile aerobik stabilite testine tabi tutmuşlar ve PAB kullanımının mısır silajlarındaki CO<sub>2</sub> üretimini diğer silajlara göre önemli düzeyde düşürdüğünü saptamışlar ( $P<0,05$ ) ve CO<sub>2</sub> üretimlerini kontrol, LAB, PAB ve LAB+PAB kullanılan silajlarda sırası ile 25,6, 44,5, 5,8 ve 31,9 g/kg olarak bildirmişlerdir. Diğer yandan PAB katılan silajların maya (<2,0 cfu/g) ve küf (<2,0 cfu/g) sayılarının diğer gruplara göre düştüğünü bildirmişlerdir. Bu 5 günlük dönemde kontrol, LAB, LAB+PAB katılan silajların maya sayılarını ise sırası ile 6,1, 8,3 ve 5,3 cfu/g; küf sayılarını 4,5, 4,8 ve 3,0 cfu/g olarak saptamışlardır. PAB kullanımının fermantasyon sırasında ürettiği propiyonik ve AA sayesinde mısır silajlarındaki maya ve küf gelişimini engelleyerek silajların aerobik stabilitelerini geliştirdiği sonucuna varmışlardır. LAB kattıkları mısır silajlarının ise aerobik olarak stabil olmadıklarını belirlemişlerdir. Bunun nedenini de bu silajlarda yoğun olarak üretilen LA'in bazı mayalar tarafından besin maddesi olarak kullanılması sonucu maya popülasyonunun artış göstermesi ve bunun da silajlarda aerobik bozulmaya yol açması olarak bildirmişlerdir (McDonald 1981).

Organik asitler, özellikle de formik asit, ortamın pH sını düşürmesinin yanısıra iyonize olmamış asitlerin seçici bakterisit etkisinden dolayı antibakteriyel etkiye de sahiptirler. Bu nedenle silolanan bir materyalin pH'sını düşürmek için benzer düzeylerde uygulanan formik ya da sülfürik asidin silaj üzerine olan olumlu etkisi farklı olmaktadır. Formik asit uygulaması ile mineral asit uygulamasına kıyasla LAB'ın da silajda gelişimi engellenmekte ve bunun sonucu olarak silajın SÇK içeriği yüksek olmaktadır. Böylece rumen mikroorganizmalarının gelişimi için kullanılabilir silaj enerjisi artmaktadır. Ancak, normal düzeyde formik asit uygulanmış silajlarda bu aside dayanıklı mayalar gelişebilmektedir (Henderson 1993).

Enterobakteriler formik asit üretebildiklerinden dolayı bu asidin LAB'a kıyasla enterobakterilerin gelişimine olan etkisinin daha düşük olabileceği düşünülebilir. Bu nedenle formik asit uygulanmış silajlarda pH'nın hızla düşmesinden daha ziyade LAB'ın hızlı bir şekilde çoğalması enterobakteri sayısının azaltılması bakımından daha önemlidir. Orta düzeyde (3-4 lt/t) uygulanan formik asit, enterobakterilere kıyasla LAB gelişimini daha fazla engelleyerek silaj fermantasyonu üzerine olumsuz bir etkide bulunabilir. Yüksek dozda

uygulamada ise her iki bakteri türünün silajda gelişimi engellenir (Henderson 1993).

Yüksek nemli mısır silajlarına sodyum benzoat, potasyum sorbat, sodyum nitrit ilavesinin fermantasyon ve aerobik stabilite özelliklerine olan etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada katkı maddesi ilavesinin 21 ve 90 günlük silolama süreleri sonunda fermantasyon ve aerobik stabilite özelliklerini geliştirdiği sonucuna varılmıştır (Da Silva ve ark. 2015).

Akça Hışman (2019) sodyum diasetat kullanımının yonca silajlarında fermantasyon gelişimi ve aerobik stabilite üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma düzenlemiştir. Araştırma, katkı maddesi ilave edilmeyen kontrol, 3, 5 ve 7 g/kg sodyum diasetat ilave edilerek oluşturulan 4 grupta yürütülmüştür. Silolamadan 45 gün sonra açılan tüm silajlarda kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Silolama döneminin sonunda (45. gün) tüm silajlara 7 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmıştır. Araştırma sonucunda yonca silajına ilave edilen sodyum diasetat silajlardaki LA ve AA içeriklerini artırırken, proteolizi de önlemiştir. Ayrıca sodyum diasetat yüksek anti bakteriyel aktivite göstererek silajların 7 günlük aerobik dönem boyunca maya ve küf populasyonları ile CO<sub>2</sub> üretimlerini düşürmüş ve aerobik stabiliteyi geliştirdiği sonucuna varılmıştır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Araştırma materyalini yaklaşık 3 ay süre ile plastik sosis silo içerisinde depolanmış fermente nemli mısır oluşturmuştur. Fermantasyon süresi sonunda açılan silajlardan yaklaşık 60 kg'lık örnek laboratuvar ortamına getirilerek aerobik stabilite başlangıcı için örnek alınmıştır. Daha sonra materyaller 3 muamele grubuna bölünmüştür. Araştırma grupları kontrol (katkısız), sodyum diasetat ve sodyum benzoat ve bunların farklı (%0,5, %1 ve %2) oranlardaki dozlarından oluşmaktadır. Kontrol grubuna ise muamele gruplarına eşdeğer dozda 20 ml su ilave edilmiştir. Katkı maddesi ilavesinden sonra silaj örnekleri her muamele grubunda 3'er tekerrür olmak üzere 25-26°C ve 36-37°C sıcaklıklarda aerobik stabilite testine tabi tutulmuşlardır. Aerobik stabilitenin 0., 4., 7. ve 12. günlerinde örnekler üzerinde pH, kuru madde (KM), laktik asit (LA), suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK), amonyağa bağlı nitrojen (NH<sub>3</sub>-N), LAB, maya ve küf sayımları gerçekleştirilmiştir.

Aynı zamanda, T200 IR marka termal kamera ile silaj örneklerinde her muamele grubundan 3 tekerrürlü olmak üzere görüntüleme yapılarak değerlendirme sonuçları kaydedilmiştir. Elde edilen veriler ThermaCAM software programında değerlendirilmiştir.



**Resim 3.1.** Silaj materyalinin alındığı sosis silo

## **3.2 Yöntem**

### **3.2.1. Silaj Kalitesi Belirlenmesi İçin Kullanılan Yöntemler**

Araştırmada kullanılan silaj örneklerinde 0, 4., 7. ve 12. günlerinde örneklerde pH, SÇK, NH<sub>3</sub>-N, LA ve mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir.

#### **3.2.1.1. pH Analizi**

Silolama öncesi taze materyalde ve açım sonrası elde edilen örneklerde pH ölçümleri için 50 g'lık örnekler 125 ml saf su ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 1 saat süre ile zaman zaman karıştırılarak tutulmuştur. Daha sonra örnekler süzölmüş ve elde edilen süzökte pH metre aracılığı ile okuma gerçekleştirilmiştir (Anonim 1986).

#### **3.2.1.2. SÇK Analizi**

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

#### **3.2.1.3. Amonyaga Bağlı Nitrojen (NH<sub>3</sub>-N) Analizi**

Silaj örneklerinde NH<sub>3</sub>-N, silaj örneklerinden elde edilen ekstraktlarda mikro distilasyon metotlarına Anonim 1986 (1986) göre gerçekleştirilmiştir. 0, 4., 7. ve 12. günlerde elde edilen örneklerde NH<sub>3</sub>-N tespiti için 20 g'lık taze örnek üzerine 100 ml saf su ilave edilerek çalkalama makinesinde 1 saat süre ile çalkalanmıştır. Daha sonra süzölerek elde edilen ekstrakte mikro distilasyon metodu aracılığı ile söz konusu parametre saptanmıştır.

#### **3.2.1.4. Laktik Asit Analizi**

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

Derin dondurucuda -20 °C'de saklanan örnekler analizin yapılacağı gün çıkartılarak çözülünceye kadar oda sıcaklığında bir süre bekletilmişlerdir. Çözündürülen örnekler daha sonra 1:100 oranında seyreltilerek kullanılmıştır. Seyreltilen örneklerden otomatik pipet yardımıyla 1 ml sıvı tüplere aktarılmış üzerine 0.1 ml bakır sülfat (5g CuSO<sub>4</sub>/100 ml saf su) ile 6 ml %98'lik sülfürik asit ilave edilmiştir. Hazırlanan tüpler 30 saniye vortekste karıştırıldıktan sonra 5 dakika soğuk banyoda tutularak soğumaya bırakılmıştır. Bu süre sonunda tüplere 0,1 ml parahidroxy biphenol (%0,5 NaOH/1000 ml saf su +2,5 g PHBP) eklenerek, tüpler 30 saniye tekrar vortekste karıştırılmış ve 10 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra tüpler 90 saniye kaynar su içerisine daldırılıp çıkartılmış ve soğuması beklendikten sonra 565 nm dalga boyunda spektrofotometre cihazında okunmuştur.

##### **3.2.1.4.1. Standart eğrinin oluşturulması**

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

##### **3.2.1.4.2. Hesaplama**

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

### 3.2.1.5. Mikrobiyolojik Analizler

Çalışmada silaj örneklerinde LAB, maya ve küf yoğunluklarının saptanmasına yönelik analizler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 10 g'lık örnekler peptonlu su aracılığı ile 2 dakikadan az olmamak koşulu ile karıştırılıp mikroorganizmaların mümkün olduğu ölçüde materyalden ayrılması sağlanmıştır. Elde edilen stok materyalden logaritmik seride dilüsyonlar hazırlanarak 1 saati aşmayan zaman zarfında ekim işlemi yapılmıştır. Laktik asit bakterileri için besi ortamı olarak MRS Agar, maya ve küfler için Malt Ekstrakt Agar kullanılmıştır. Örneklere ait LAB sayımları 30 °C 3 günlük, maya ve küfler için 30 °C de 5 günlük sıcaklıkta inkübasyon dönemlerini takiben gerçekleştirilmiştir (Seal ve ark. 1990).

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

### 3.2.1.6. İstatiksel Analizler

Araştırma aşağıdaki istatistiksel modele göre yürütülmüştür.

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + K_j + (SK)_{ij} + e_{ijk}$$

$Y_{ijk}$ :	i. sıcaklık, j. katkı maddesine göre gözlem değeri
$\mu$ :	Populasyon ortalaması
$S_i$ :	i. Sıcaklığın etkisi
$K_j$ :	j. Katkı maddesinin etkisi
$(SK)_{ij}$ :	Sıcaklık x Katkı maddesinin etkisi
$e_{ijk}$ :	Hata

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde yüksek nemli mısır silajlarının aerobik stabilite dönemi içerisinde uygulamalardan hangi ölçülerde etkilendiği konuya ilişkin diğer araştırma sonuçları ile birlikte tartışılmaya çalışılmıştır.

Çizelge 4.1'de fermente mısır silajının başlangıç materyaline ilişkin analiz sonuçları verilmiştir. Başlangıç materyaline ilişkin değerler sırası ile pH, KM, NH<sub>3</sub>-N, LA, SÇK, LAB ve maya içerikleri 3,90, 61,84 %TM, 1,30 g/kg KM, 92,70 g/kg KM, 11,30 g/kg KM, 2,72 kob/g KM, 2,70 kob/g KM olarak saptanmıştır. Araştırmada başlangıç materyallerinde küf tespit edilmemiştir.

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

Parametreler	Miktar
pH	3,90
KM, % TM	61,84
NH <sub>3</sub> -N g/kg KM	1,30
LA, g/kg KM	92,70
SÇK, g/kg KM	11,30
LAB, kob/g KM	2,72
Maya, kob/g KM	2,72
Küf, kob/g KM	0

KM: Kuru madde, TM: Taze materyal, NH<sub>3</sub>-N: Amonyaka bağlı nitrojen, LA: Laktik asit, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat LAB. Laktik asit bakterisi, kob: koloni oluşturan birim

##### 4.1. pH

Fermente mısır silajlarının aerobik stabilitenin 4., 7. ve 12. günlerine ait kimyasal analiz sonuçları Şekil 4.1 ve Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Fermente mısır silajlarına aerobik stabilite başlangıcında pH değeri 3,90 olarak tespit edilmiştir. Aerobik stabilitenin 4. gününde 27-28 °C silajların pH değerleri en düşük SD2 grubunda (3,93) en yüksek ise SB3 grubunda (4,50) olarak tespit edilmiştir. 36-37 °C silajların pH değerleri en düşük SD1 grubunda (3,80) en yüksek ise kontrol grubunda (4,65) olarak tespit edilmiştir. Farklı ortam sıcaklığının silajların pH değeri üzerinde herhangi bir etkisi olmamıştır. Silajlara farklı dozlarda ilave edilen katkı maddesi ilavesi ise silajların

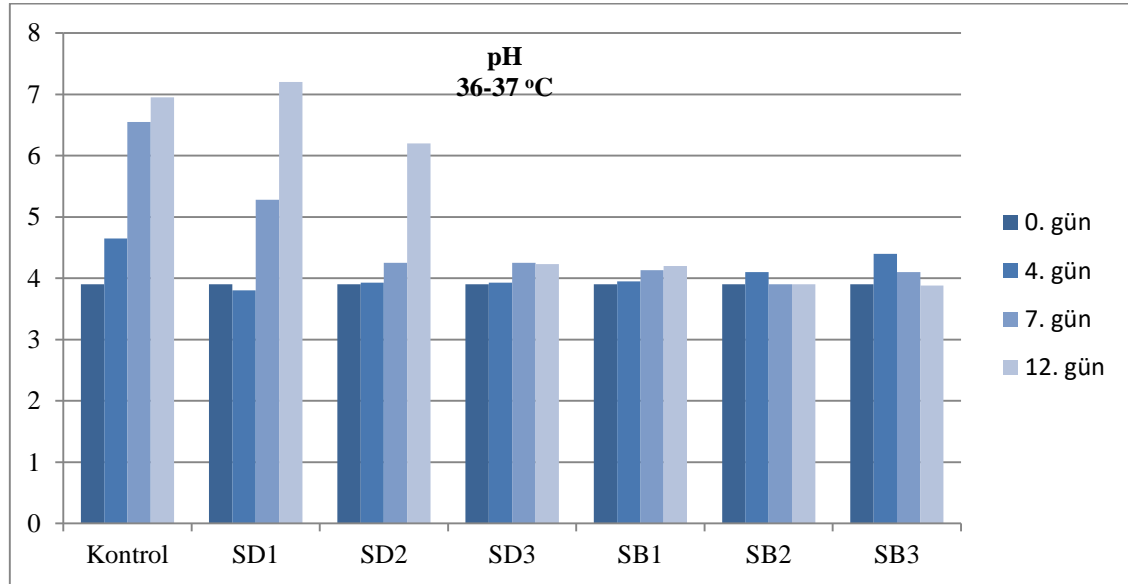
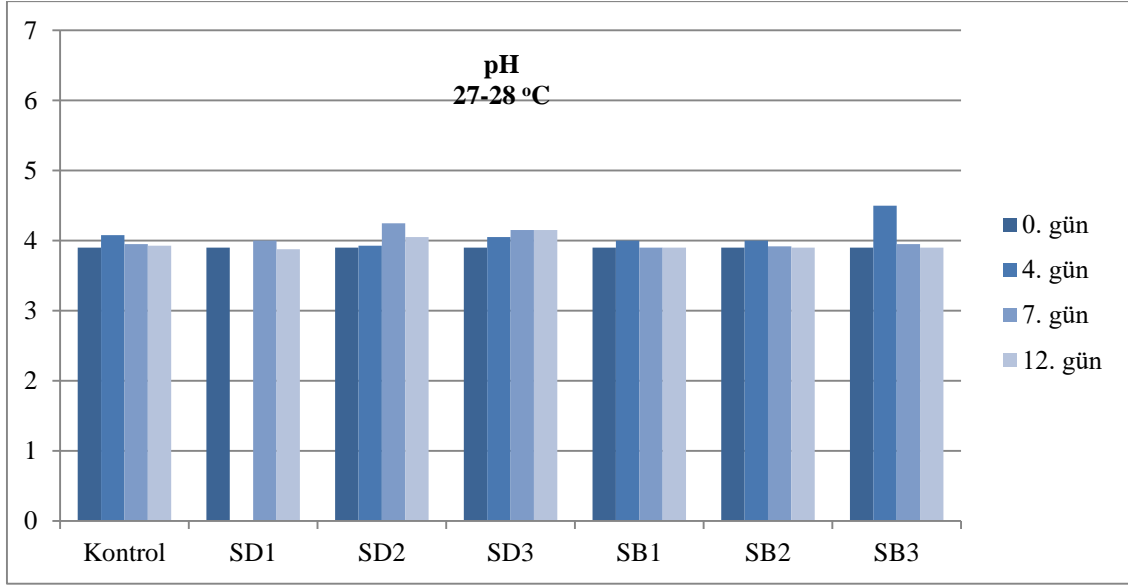
pH'larını önemli düzeyde azaltmıştır ( $P<0,0001$ ). Özellikle SD ilave edilmesinin bu konuda daha etkili olduğu görülmektedir. Sıcaklık ve katkı maddesi interaksiyonu ise istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ( $P<0,0001$ ).

Aerobik stabilitenin 7. gününde 27-28 °C silajların pH değerleri en düşük SB2 grubunda (3,92) en yüksek ise SD2 grubunda (4,25) olarak tespit edilmiştir. 36-37 °C silajların pH değerleri en düşük SB2 grubunda (3,90) en yüksek ise kontrol grubunda (6,55) olarak tespit edilmiştir. Farklı ortam sıcaklığının silajların pH değeri önemli düzeyde etkilemiştir ( $P<0,0000$ ). Silajlara farklı dozlarda ilave edilen katkı maddesi ilavesi ise silajların pH'larını önemli düzeyde azaltmıştır ( $P<0,0000$ ). Özellikle SB ilave edilmesinin bu konuda daha etkili olduğu görülmektedir. Sıcaklık ve katkı maddesi interaksiyonu ise istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ( $P<0,0000$ ).

Aerobik stabilitenin 12. gününde 27-28 °C silajların pH değerleri en düşük SD1 grubunda (3,88) en yüksek ise SD2 grubunda (4,25) olarak tespit edilmiştir. 36-37 °C silajların pH değerleri en düşük SB2 grubunda (3,90) en yüksek ise kontrol grubunda (6,55) olarak tespit edilmiştir. Farklı ortam sıcaklığının silajların pH değerini önemli düzeyde etkilemiştir ( $P<0,0000$ ). Katkı maddesi ilavesi ise silajların pH'larını önemli düzeyde azaltmıştır ( $P<0,0000$ ). Özellikle SB ilave edilmesinin bu konuda daha etkili olduğu görülmektedir. Sıcaklık ve katkı maddesi interaksiyonu ise istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ( $P<0,0000$ ).

Aerobik bozulma üzerinde silajların fermantasyon özellikleri de etkilidir. Silaj bünyesinde kullanılmadan kalan şekerler ile yüksek düzeyde oluşan LA, aerobik stabiliteyi düşürmektedir. Bazı maya ve küfler artan şekerler ile LA'yi besin maddesi olarak kullanıp silajlarda CO<sub>2</sub> üretimine yol açmakta, bunun sonucunda ortam pH'ında ve sıcaklığında artış meydana gelmektedir (Ashbell ve ark. 1987). Araştırmadan elde edilen veriler bu konuda yapılan çalışmaları destekler niteliktedir (Uriarte, 2001; Koc ve ark., 2009; Wilkinson ve Davies, 2012).





**Şekil 4.1.** Aerobik stabilitenin 0., 4.,7. ve 12. günlerinde yüksek nemli mısır silajlarının pH değişimi

**Çizelge 4.2.** Aerobik stabilite 4. gününde yüksek nemli mısır silajlarının kimyasal ve mikrobiyal kompozisyonundaki değişiklikler

Sıcaklık	Katkı	pH	KM, %	NH <sub>3</sub> -N, g/kg KM	LA, g/kg KM	SÇK, g/kg KM	LAB, kob/g KM	Maya, kob/g KM	Küf, kob/g KM
26-28°C	<b>Kontrol</b>	4,08 e	67,14 a	1,34 de	12,23 b	14,06 b	2,95 def	4,70 ab	0,00 c
	<b>SD1</b>	4,18 d	63,01 cde	1,25 e	11,61 c	8,32 h	3,30 cd	4,42 bc	0,00 c
	<b>SD2</b>	3,93 g	62,71 cde	1,60 b	8,98 fg	10,39 f	2,50 gh	2,98 efg	0,00 c
	<b>SD3</b>	4,05 ef	64,59 b	1,69 a	7,99 i	10,52 ef	2,90 defg	3,17 e	0,00 c
	<b>SB1</b>	4,00 fg	62,05 e	1,73 a	8,68 gh	10,91 de	2,68 fgh	2,70 g	0,00 c
	<b>SB2</b>	4,00 fg	66,46 a	1,50 bc	8,04 i	11,10 d	2,68 efgh	2,74 fg	0,00 c
	<b>SB3</b>	4,50 b	60,19 f	1,05 f	9,40 f	13,50 c	3,81 ab	4,67 b	0,00 c
36-37°C	<b>Kontrol</b>	4,65 a	62,85cde	1,36 d	8,48 h	4,81 j	2,81 efg	3,05 ef	0,00 c
	<b>SD1</b>	3,80 h	63,81 cd	1,49 c	10,42 e	25,02 a	3,23 cd	4,56 b	0,00 c
	<b>SD2</b>	3,93 g	63,76 cd	1,71 a	8,73 gh	14,08 b	2,70 efgh	4,14 cd	2,85 a
	<b>SD3</b>	3,93 g	62,58 de	1,47 c	11,10 d	6,42 i	3,44 bc	4,14 cd	2,50 b
	<b>SB1</b>	3,95 g	63,91 bc	1,52 bc	13,31 a	14,20 b	3,88 a	4,99 a	0,00 c
	<b>SB2</b>	4,10 e	63,73 cd	1,28 de	9,32 f	8,90 g	2,31 h	4,53 b	0,00 c
	<b>SB3</b>	4,40 c	63,14 cde	1,52 bc	10,11 e	6,05 i	3,09 cde	3,90 d	0,00 c
<b>SH</b>		0,037	0,274	0,030	0,249	0,755	0,077	0,124	0,147
<b>P düzeyleri</b>									
<b>Sıcaklık</b>		Ö.D	Ö.D	Ö.D	0,0001	Ö.D	Ö.D	0,0001	0,0001
<b>Katkı</b>		0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,00000	0,0000001	0,0001	0,0001
<b>Sıcaklık x Katkı</b>		0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,00000	0,0000007	0,0001	0,0001

KM: Kuru madde, NH<sub>3</sub>-N: Amonyaga bağlı nitrojen, LA: Laktik asit, SÇK: Suda çözünebilir karbonidrat, LAB: Laktik asit bakterileri, kob: koloni oluşturan birim, SH: Standart hata, Ö.D: Önemli değil

<sup>a-h</sup>: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak önemlidir (P<0,01).

**Çizelge 4.3.** Aerobik stabilite 7. gününde yüksek nemli mısır silajlarının kimyasal ve mikrobiyal kompozisyonundaki değişiklikler

Sıcaklık	Katkı	pH	KM, %	NH <sub>3</sub> -N, g/kg KM	LA, g/kg KM	SÇK, g/kg KM	LAB, kob/g KM	Maya, kob/g KM	Küf, kob/g KM
26-28°C	<b>Kontrol</b>	3,95 ef	66,81 a	1,53 efg	9,34 cd	11,08 d	2,78 g	3,93 f	0,00 d
	<b>SD1</b>	4,00 e	62,22 cde	1,52 fg	13,74 a	12,80 c	3,41 ef	3,93 f	0,00 d
	<b>SD2</b>	4,25 c	66,46 a	1,53 efg	9,37 cd	8,74 fg	3,61 e	3,91 f	0,00 d
	<b>SD3</b>	4,15 d	59,19 fg	1,66 bcdef	9,34cd	10,95 d	2,84 g	3,47 g	0,00 d
	<b>SB1</b>	3,90 f	63,58 bc	1,61 cdefg	8,40 d	9,34 ef	2,81 g	3,98 f	0,00 d
	<b>SB2</b>	3,92 ef	61,74 cdef	1,62 cdefg	11,28 b	8,48 fg	2,75 g	3,78 f	0,00 d
	<b>SB3</b>	3,95 ef	62,53 cd	1,45 g	10,97 b	14,74 b	2,72 g	3,74 f	0,00 d
36-37 °C	<b>Kontrol</b>	6,55 a	65,67 ab	1,90 a	9,92 bcd	18,21 a	5,71 a	6,18 a	1,46 c
	<b>SD1</b>	5,28 b	61,68 cdef	1,70 bcde	8,38 d	5,98 h	4,91 b	5,77 b	2,44 b
	<b>SD2</b>	4,25 c	59,84 efg	1,82 ab	9,77 bcd	7,62 g	3,93 d	3,89 f	2,48 b
	<b>SD3</b>	4,25 c	61,73 cdef	1,62 cdefg	9,32 cd	9,87 def	1,907 h	4,93 c	2,79 ab
	<b>SB1</b>	4,13 d	60,26 defg	1,72 bcd	8,81 cd	14,75 b	4,34 c	5,06 c	0,00 d
	<b>SB2</b>	3,90 f	58,45 g	1,78 abc	11,07 b	11,27 d	4,06 d	4,40 e	3,23 a
	<b>SB3</b>	4,10 d	63,60 bc	1,55 defg	10,34 bc	10,50 de	3,24 f	4,65 d	2,43 b
<b>SH</b>		0,110	0,431	0,022	0,239	0,496	0,153	0,124	0,205
<b>P düzeyleri</b>									
<b>Sıcaklık</b>		0,00000	0,0009	0,000002	0,01	Ö.D	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Katkı</b>		0,00000	0,000001	0,007	0,00004	0,00000	0,00000	0,00000	0,000002
<b>Sıcaklık x Katkı</b>		0,00000	0,00010	0,0140	0,00001	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

KM: Kuru madde, NH<sub>3</sub>-N: Amonyaga bağlı nitrojen, LA: Laktik asit, SÇK: Suda çözünebilir karbonidrat, LAB: Laktik asit bakterileri, kob: koloni oluşturan birim, SH: Standart hata, Ö.D: Önemli değil

<sup>a-h</sup>: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak önemlidir (P<0,01).

**Çizelge 4.4.** Aerobik stabilite 12. gününde yüksek nemli mısır silajlarının kimyasal ve mikrobiyal kompozisyondaki değişiklikler

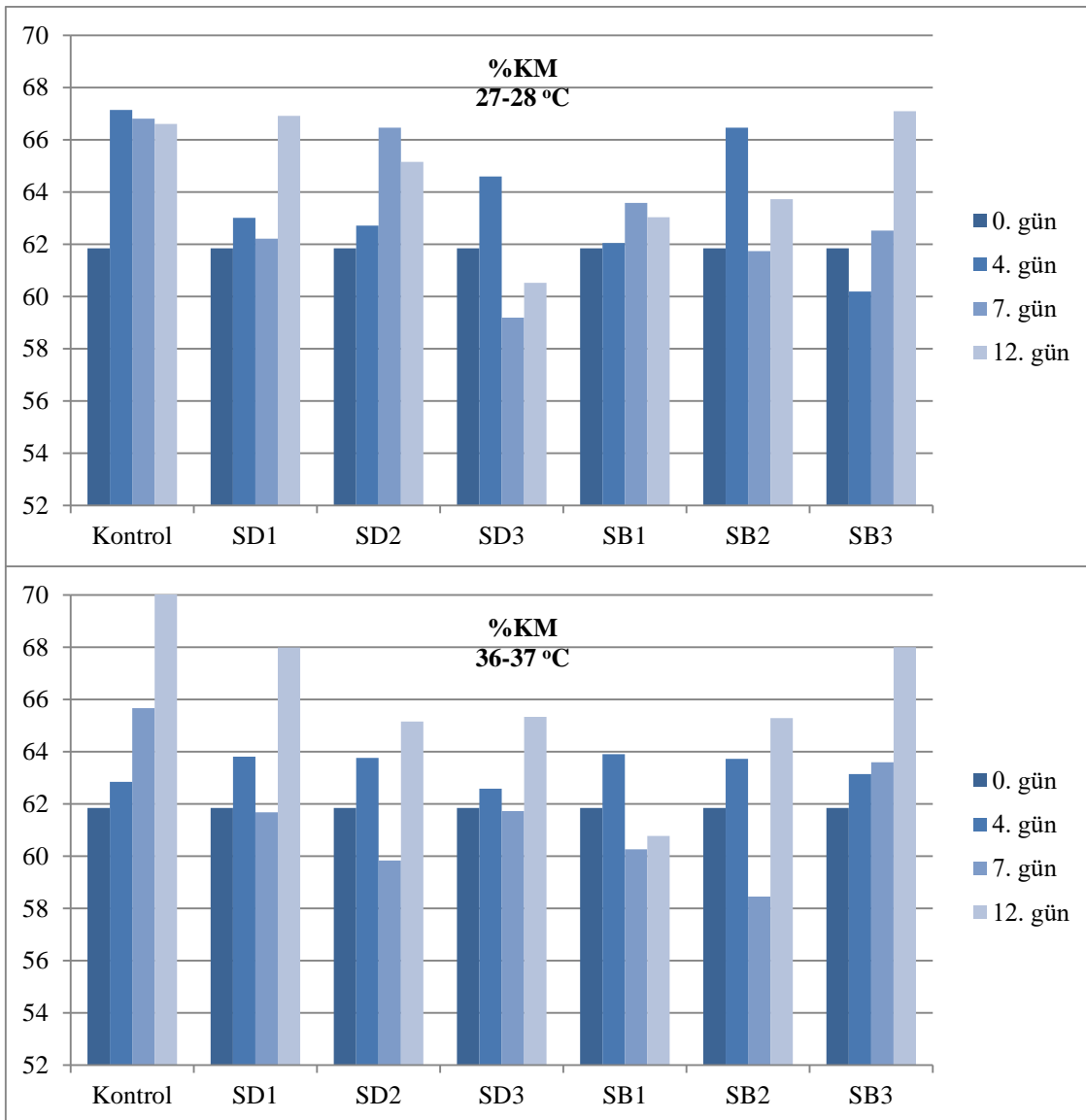
Sıcaklık	Katkı	pH	KM, %	NH <sub>3</sub> -N g/kg KM	LA, g/kg KM	SÇK, g/kg KM	LAB kob/g KM	Maya, kob/g KM	Küf, kob/g KM
26-28°C	<b>Kontrol</b>	3,93 c	66,61 bc	1,31 d	7,93 de	46,14 c	3,30 fg	3,82 f	0,00 b
	<b>SD1</b>	3,88 c	66,91 bc	1,40 cd	6,52 f	58,08 b	4,58 a	4,33 de	0,00 b
	<b>SD2</b>	4,05 c	65,16 cd	1,68 c	6,84 ef	55,11 b	3,24 gh	3,80 f	0,00 b
	<b>SD3</b>	4,15 c	60,53 e	1,30 d	9,40 c	72,59 a	3,12 h	4,17 e	0,00 b
	<b>SB1</b>	3,90 c	63,03 d	1,35 d	8,19 cd	23,49 d	4,41 b	4,33 de	0,00 b
	<b>SB2</b>	3,90 c	63,73 d	1,42 cd	12,75 a	23,25 d	4,12 c	4,26 de	0,00 b
	<b>SB3</b>	3,90 c	67,10 bc	1,35 d	10,96 b	56,48 b	3,79 d	4,35 de	0,00 b
36-37 °C	<b>Kontrol</b>	6,95 a	70,55 a	2,81 a	1,06 h	7,75 g	2,10 l	6,37 a	0,00 b
	<b>SD1</b>	7,20 a	67,99 b	2,25 b	0,84 h	15,76 ef	3,41 f	4,61 cd	0,00 b
	<b>SD2</b>	6,20 b	65,16 cd	0,89 e	9,02 cd	19,19 de	2,27 k	3,71 f	0,00 b
	<b>SD3</b>	4,23 c	65,33 cd	1,40 cd	12,36 a	11,77 fg	1,86 m	4,74 bc	0,00 b
	<b>SB1</b>	4,20 c	60,77 e	1,43 cd	9,41 c	75,66 a	2,54 j	5,05 b	0,00 b
	<b>SB2</b>	3,90 c	65,28 cd	1,34 d	5,89 fg	60,97 b	2,92 i	4,46 cde	1,59 a
	<b>SB3</b>	3,88 c	68,00 b	1,04 e	5,170 g	55,75 b	3,62 e	4,42 cde	0,00 b
<b>SH</b>		0,188	0,450	0,076	0,549	3,582	0,127	0,102	0,084
<b>P düzeyleri</b>									
<b>Sıcaklık</b>		0,00000	0,002	0,0004	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,01
<b>Katkı</b>		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,0000001	0,022
<b>Sıcaklık x Katkı</b>		0,00000	0,002	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,022

KM: Kuru madde, NH<sub>3</sub>-N: Amonyaga bağlı nitrojen, LA: Laktik asit, SÇK: Suda çözünebilir karbonidrat, LAB: Laktik asit bakterileri, kob: koloni oluşturan birim, SH: Standart hata, Ö.D: Önemli değil

<sup>a-h</sup>: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak önemlidir (P<0,01).

## 4.2. KM

Araştırma materyalinde aerobik stabilite başlangıcında mısır silajlarında KM değeri %61,84 iken farklı depolama sıcaklıklarında ise 27-28 °C de 12. günde en düşük % 60,77 (SB1 grubunda) en yüksek %70,55 (Kontrol grubunda), 37-38 °C 'da en düşük %60,53 (SD3 grubunda) en yüksek %67,10 (SB3 grubunda) tespit edilmiştir. Fermente mısır silajlarında depolama sıcaklığı silajların KM düzeyleri üzerinde etkili olmuş ve 4. gün gruplar arasında bir fark yaratmazken, süreye bağlı olarak silajların KM değerleri yükselmiştir (P<0,001). Farklı katkı maddesi ilavesi ise, silajların KM değerleri üzerinde etkili olmuş, SD gruplarında kontrol grubu silajlara oranla KM değerleri daha düşük tespit edilmiştir (P<0,001).

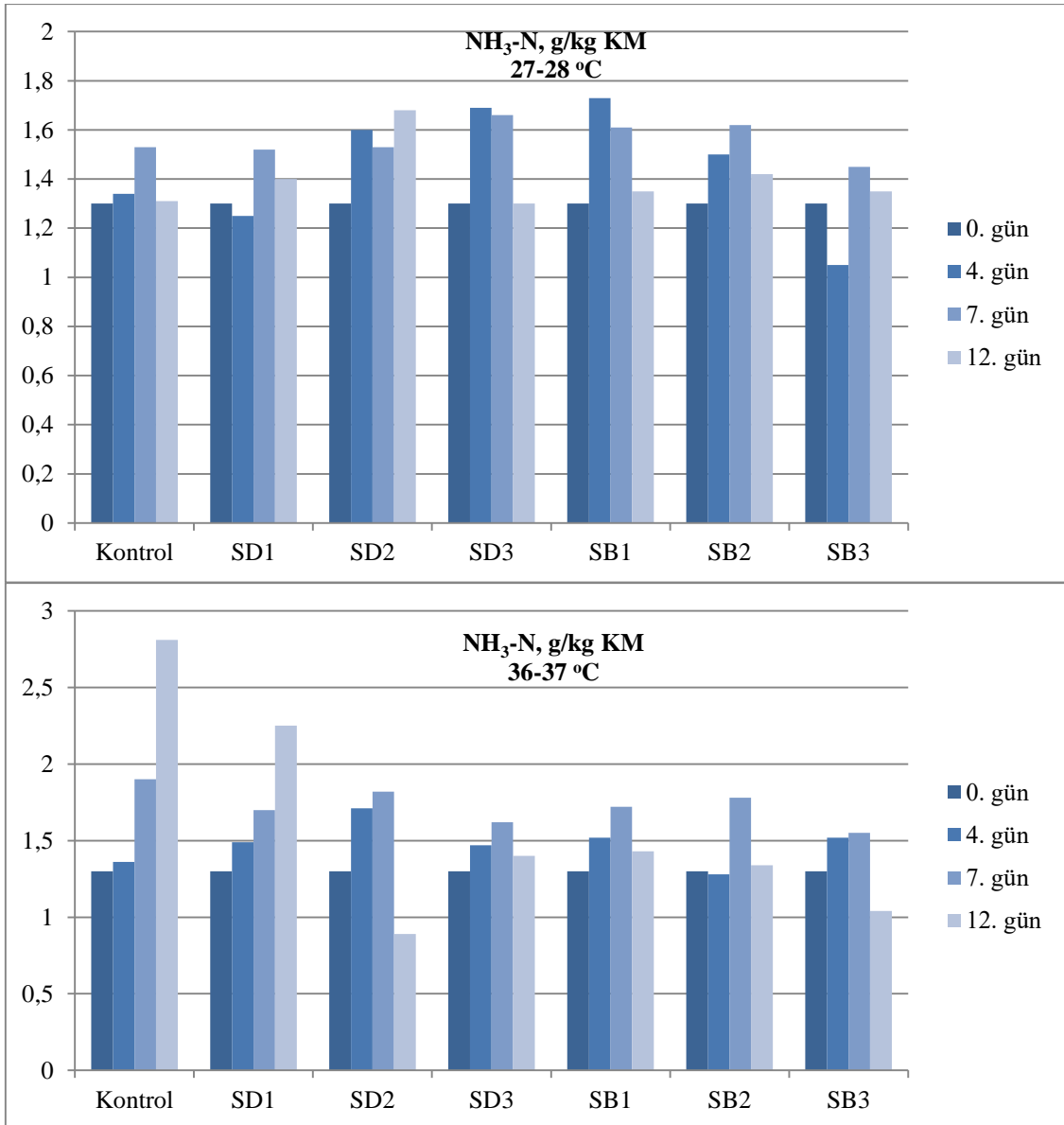


Şekil 4.2. Aerobik stabilitenin 0., 4., 7. ve 12. günlerinde yüksek nemli mısır silajlarının KM değişimi

### 4.3. NH<sub>3</sub>-N

Silajı yapılacak bitkinin kapatılması sonrasında da, proteinlerin bitkisel enzimler aracılığı ile parçalanımı devam eder. Proteolitik aktivitenin boyutları ve bu bağlamda da proteinlerin yıkım miktarı ortamdaki asidik koşullarla ilişkili olup, silolamanın başlangıcındaki kritik dönemde pH değerindeki düşüşün hızı önemli bir faktördür (Pettersson 1988, McDonald ve ark. 1991, Davies ve ark. 1998). Araştırma materyalinde aerobik stabilite başlangıcında mısır silajlarında NH<sub>3</sub>-N değeri 1,30 g/kg KM olarak bulunmuştur. Aerobik stabilitenin 12. gününde 27-28 °C de NH<sub>3</sub>-N değeri, en düşük 1,30 g/kg KM (SD3) en yüksek 1,68 g/kg KM (SD2) grubunda tespit edilmiştir. 36-37 °C 'da depolanan silajların NH<sub>3</sub>-N değeri, en düşük 0,89 g/kg KM (SD2), en yüksek 2,81 g/kg KM (Kontrol) grubunda tespit edilmiştir. Farklı depolama sıcaklığı silajların NH<sub>3</sub>-N içeriklerinin (4. gün hariç) yükselmesine sebep olmuştur (P<0.0000).

Aerobik stabilitenin 12. gününde katkı maddesi ilavesi 36-37 °C depolanan silajların NH<sub>3</sub>-N miktarları kontrol silajına göre önemli düzeyde daha düşük bulunmuştur (P<0.0000). Ancak 27-28 °C 'de depolan silajlarda benzer etki tespit edilmemiştir.



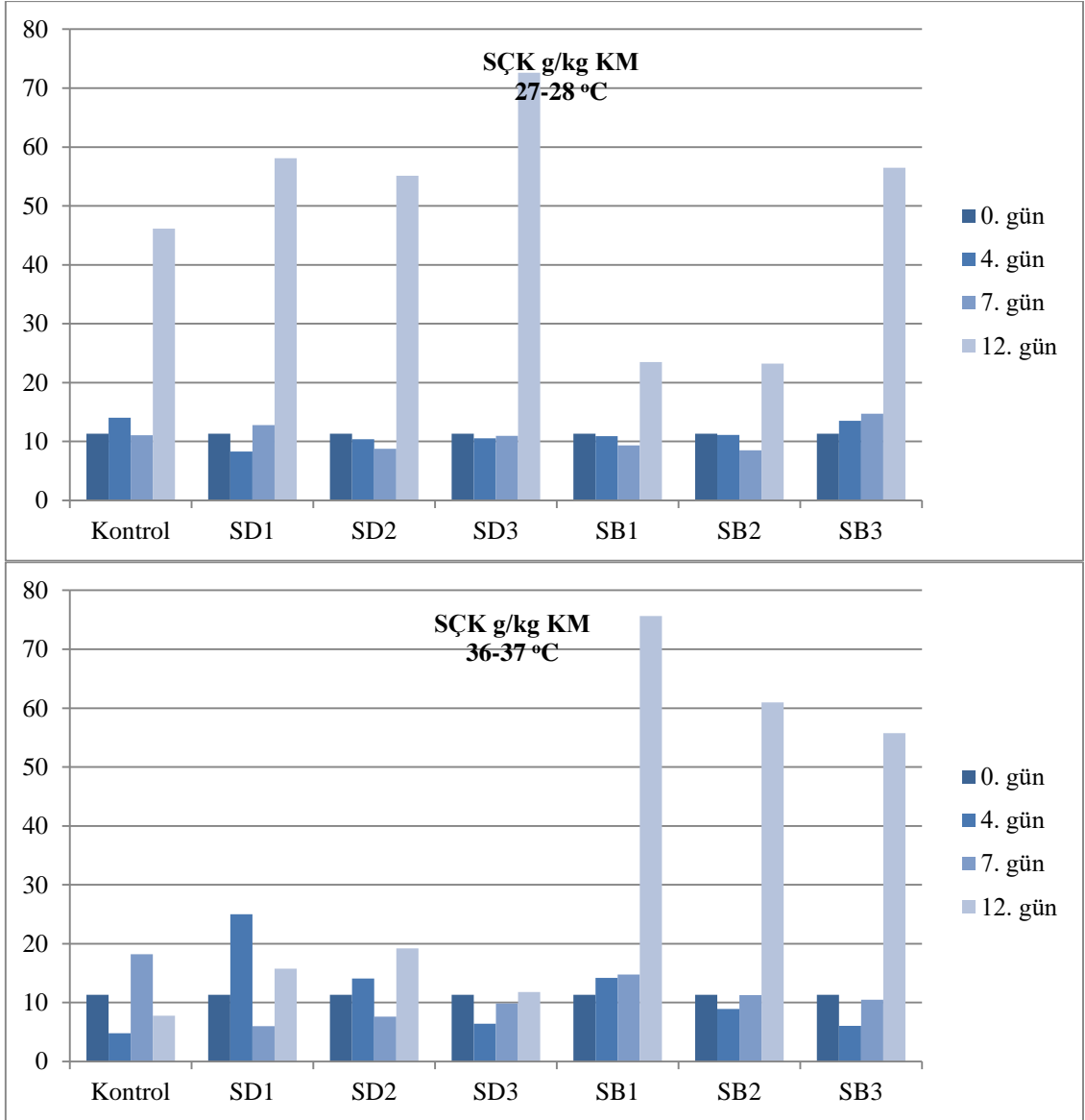
**Şekil 4.3.** Aerobik stabilitenin 0., 4., 7. ve 12. günlerinde yüksek nemli mısır silajlarının NH<sub>3</sub>-N değişimi

#### 4. 4. SÇK

Araştırma materyalinde aerobik stabilite başlangıcında mısır silajlarında SÇK değeri 11,30 g/kg KM iken 12. gün, 27-28 °C de en düşük 23,25 g/kg KM (SB2) en yüksek 75,66 g/kg KM , 36-37 °C 'da en düşük 23,25 g/kg KM en yüksek 72,59 g/kg KM (SD3)olarak tespit edilmiştir. Farklı depolama sıcaklığı silajların SÇK içeriklerinin özellikle 12. günde çok önemli düzeyde yükselmesine sebep olmuştur (P<0.0000).

Aerobik stabilitenin 12. gününde katkı maddesi ilavesi 27-28 °C depolanan silajların SÇK miktarlarını (SB1 ve SB2 hariç), kontrol grubu silajlarına oranla yükselmesine neden olmuştur (P<0.0000). 36-37 °C'de depolan silajların tümünde kontrol grubuna göre benzer bir etki tespit edilmiştir (P<0.0000). Suda çözünür karbonhidratlar silolama sırasında laktik asit bakterileri tarafından kullanılan en önemli enerji kaynağı olduğu bildirilmektedir (McDonald, 1991). Bu konuda yapılan benzer çalışmalarda artan SD ve SB ilavesine bağlı olarak SÇK miktarının arttığı belirlenmiştir. Araştırmacılar bu artışı antifungal özelliğe sahip katkı maddelerinin istenmeyen mikroorganizma gelişimini önleyerek KM ve kayıplarını azaltmasına bağlamaktadır (Nadeau ve ark. 2000, Da Silva ve ark. 2015; Wen ve ark. 2017, Yuan ve ark. 2017). Bu çalışmada ise 12. günde artan SD ve SB ilavesine bağlı olarak silajların SÇK içerikleri artmış, kontrol grubunda ise 36-37 °C'de en düşük SÇK değeri saptanmıştır (P<0.0000).

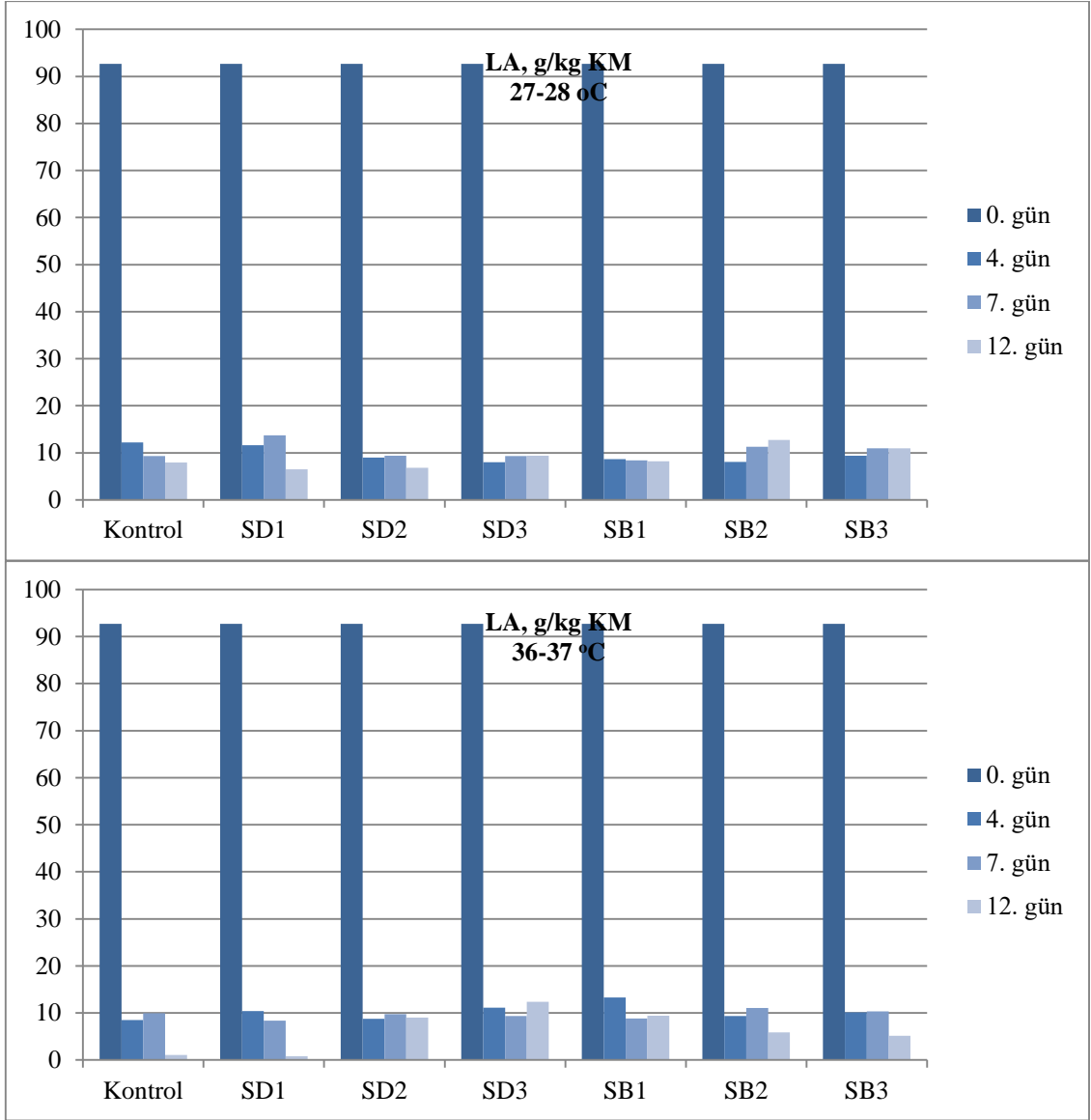




**Şekil 4.4.** Aerobik stabilitenin 0., 4., 7. ve 12. günlerinde yüksek nemli mısır silajlarının SÇK değişimi

#### 4.5. LA

Araştırma materyalinde aerobik stabilite başlangıcında mısır silajlarında LA değeri 92,70 g/kg KM iken 12. günde 27-28 °C de en düşük 6,52 g/kg KM (SD1), en yüksek 12,75 g/kg KM (SB2), 36-37 °C 'da en düşük 0,84 g/kg KM (SD1), en yüksek 12,36 g/kg KM (SD3) olarak tespit edilmiştir. Farklı depolama sıcaklığı silajların LA içeriklerinin düşmesine sebep olmuştur ( $P<0.0000$ ). Aerobik stabilitenin 12. gününde 27-28 °C depolanan SD ve SB silajların LA miktarları kontrol silajına (SD1 ve SD2 grubu hariç) göre önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur ( $P<0.0000$ ). 36-37 °C 'de depolan SD ve SB silajlarda ise (SD1 hariç) kontrol grubuna göre daha yüksek LA tespit edilmiştir. Kontrol grubu silajların LA içerikleri SD1 ve SD2 grubu silajlardan daha yüksek bulunmuştur. Bu konuda yapılan benzer bir çalışmada mısır silajına sodyum benzoat veya potasyum sorbat eklenmesinin LA konsantrasyonları üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmektedir (Kleinschmit ve ark. 2005, Teller ve ark. 2012). Yonca silajlarına katkı maddesi olarak (formik asit, potasyum diformat, sodyum diasetat ve kalsiyum propiyonat) ilavesinin fermantasyon ve mikrobiyal kompozisyon üzerine olan etkilerini inceledikleri bir çalışmada 30 günlük silolama periyodu sonrasında en yüksek LA ve AA içeriğini SD grubunda tespit etmişlerdir. Araştırmacılar bunun sebebinin SD'ın hem asidifikasyon özelliğinin olmasına hemde antimikrobiyal özelliğinden kaynaklanabileğini belirtmektedir (Wen ve ark. 2017). Araştırma bulguları bu konuda yapılan çalışmaları destekler niteliktedir.

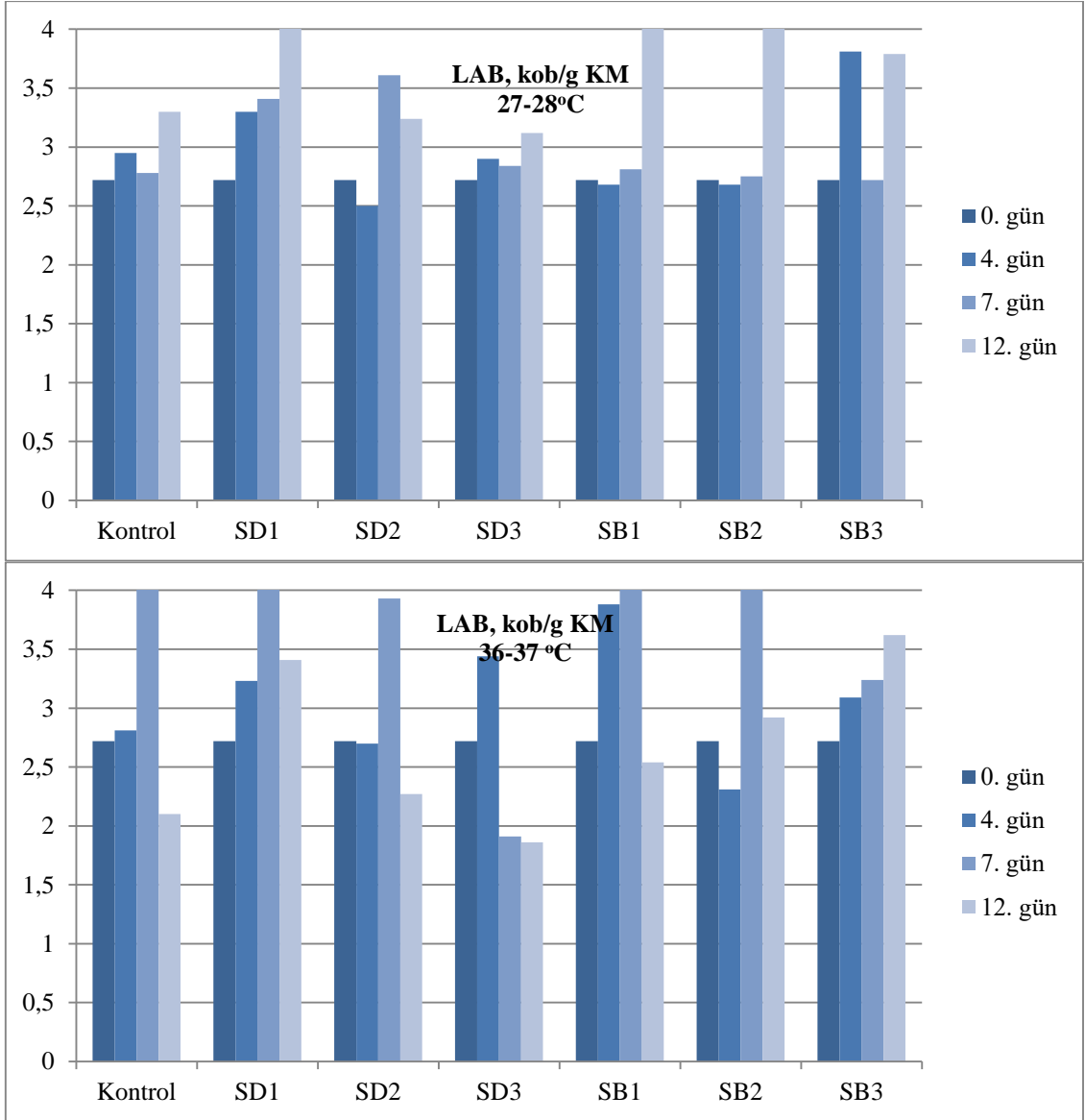


**Şekil 4.5.** Aerobik stabilitenin 0., 4., 7. ve 12. günlerinde yüksek nemli mısır silajlarının LA değişimi

#### 4.6. LAB

Araştırma materyalinde aerobik stabilite başlangıcında mısır silajlarında LAB 2,72 log<sub>10</sub> g/kg KM olarak tespit edilmiştir. Aerobik stabilitenin 12. gününde mısır silajlarında LAB değeri farklı depolama sıcaklıkları olan 27-28°C'da en düşük (SD3) 3,12 log<sub>10</sub> g/kg KM, en yüksek (SD1) 3,62 log<sub>10</sub> g/kg KM, 36-37 °C'de en düşük (SD1) 1,86 log<sub>10</sub> g/kg KM en yüksek (SB3) 3,62 log<sub>10</sub> g/kg KM olarak tespit edilmiştir. Farklı depolama sıcaklığı silajların LAB içeriklerinin 27-28°C (SD2 ve SD3 hariç), 36-37 °C'de (SD3 hariç) kontrol grubu silajlarına göre artmasına sebep olmuştur (P<0,0000).

Aerobik stabilitenin 12. gününde 27-28 °C depolanan SD ve SB silajların LAB miktarları, kontrol silajına (SD3 grubu hariç) göre önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur (P<0,001). 36-37 °C'de depolanan Kontrol grubu silajların LAB içerikleri SD2 ve SD3 grubu silajlardan daha yüksek bulunmuştur. DaSilva ve ark. (2015), farklı dozlarda potasyum sorbat ve sodyum benzoat ilavesinin LAB sayısı üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir.

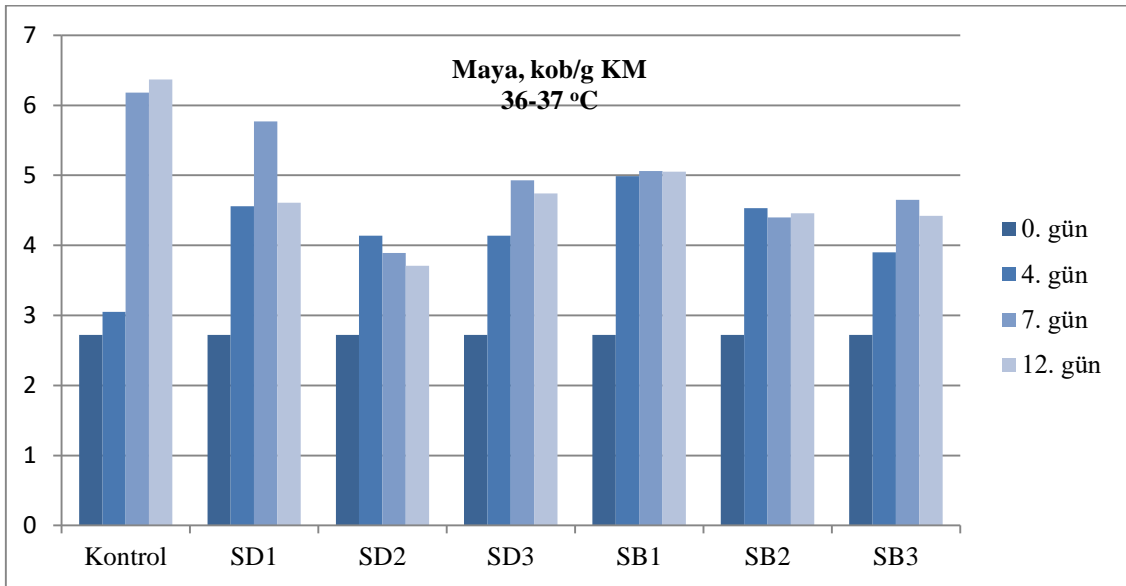
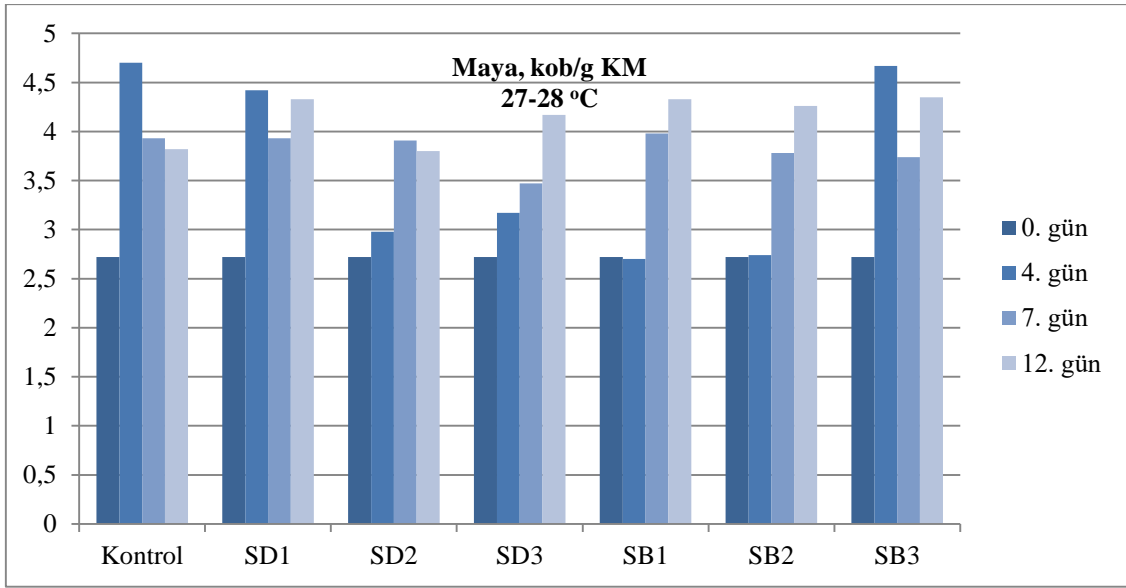


**Şekil 4.6.** Aerobik stabilitenin 0., 4.,7. ve 12. günlerinde yüksek nemli mısır silajlarının LAB değişimi

#### 4.7. Maya

Araştırma materyalinde aerobik stabilite başlangıcında mısır silajlarında maya 2.72 log<sub>10</sub> g/kg KM olarak tespit edilmiştir. Aerobik stabilitenin 12. gününde mısır silajlarında maya değeri farklı depolama sıcaklıkları olan 27-28°C 'da en düşük (kontrol) 3,80 log<sub>10</sub> g/kg KM, en yüksek (SB3) 6,37 log<sub>10</sub> g/kg KM, 36-37 °C'de en düşük (SD2) 3,71 log<sub>10</sub> g/kg KM, en yüksek (kontrol) 6,37 log<sub>10</sub> g/kg KM olarak tespit edilmiştir. Farklı depolama sıcaklığı silajların maya içeriklerinin artmasına neden olmuştur (P<0,0000).

Aerobik stabilitenin 12. gününde katkı maddesi ilavesi özellikle 36-37 °C'de depolanan silajların maya içeriklerini kontrol grubu silajlarına göre önemli düzeyde azaltmıştır (P<0,0000). Pahlow ve ark. (2003) yüksek nemli mısır silajlarında maya sayısının (3-5 log cfu/g) düzeyinde olduğunu ve yüksek oranda maya sayısının özellikle yüksek sıcaklıklarda aerobik stabiliteyi düşürdüğü bildirmişlerdir (Taylor ve Kung 2002, Kung ve ark. 2004). Yüksek nemli mısır silajlarının maya içeriklerinin yüksek olmasının nedeni tam olarak belirlenememiş olmakla beraber daneye fiziksel zarar verilmesinin mikroorganizmalar için substrat oluşturmından kaynaklanabileceği bildirilmektedir (Teller ve ark. 2012). Araştırma sonuçları dikkate alındığında özellikle yüksek sıcaklıklarda kontrol grubunda maya içeriğinin yüksek bulunması bu konuda sonuçları destekler niteliktedir.

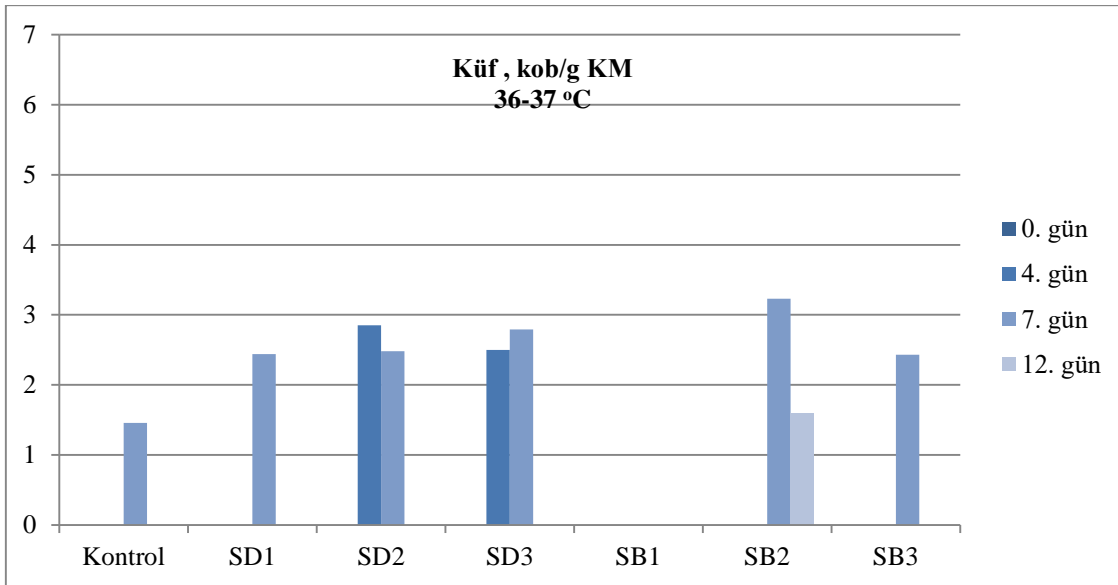


**Şekil 4.7.** Aerobik stabilitenin 0., 4.,7. ve 12. günlerinde yüksek nemli mısır silajlarının maya değişimi

#### 4.8. Kf

Araştırma materyalinde aerobik stabilite başlangıcında mısır silajlarında kf tespit edilmemiştir. Aerobik stabilitenin 4., 7. ve 12. gününde mısır silajlarında 27-28°C 'da kf tespit edilmemiştir. Ancak 36-37 °C'de silajlarda 4. gün (SD2 ve SD3) gruplarında; 7. gün SB1 hariç tüm guplarda kf tespit edilmiştir. 12. günde sadece (SB2) grubunda 1,59 log<sub>10</sub> kob/g KM düzeyinde kf tespit edilmiştir. Farklı katkı maddesi ilavesi özellikle 36-37 °C'de SB1 grubu silajların kf gelişimini önlemiştir (P<0,0001).

Aerobik stabilite üzerinde etkili olan önemli bir faktör evre sıcaklığıdır. Yüksek sıcaklık (35-45 °C) mikrobiyal aktiviteyi teşvik ederek, silajın hızlı bir şekilde bozulmasına neden olur (Uriarte 2001, Koc ve ark. 2009, Wilkinson ve Davies 2012). Dolayısıyla sıcak bölgelerde yapılan silajlar, soğuk bölgelerde yapılan silajlara göre ve yaz aylarında yapılan silajlarda kış aylarında yapılan silajlara göre daha fazla ısınırlar (Filya 2001b). Araştırma sonuçları değerlendirildiğinde yüksek nemli mısır silajlarında özellikle sıcaklığın kf populasyonları üzerinde etkili olması dikkat çekicidir.

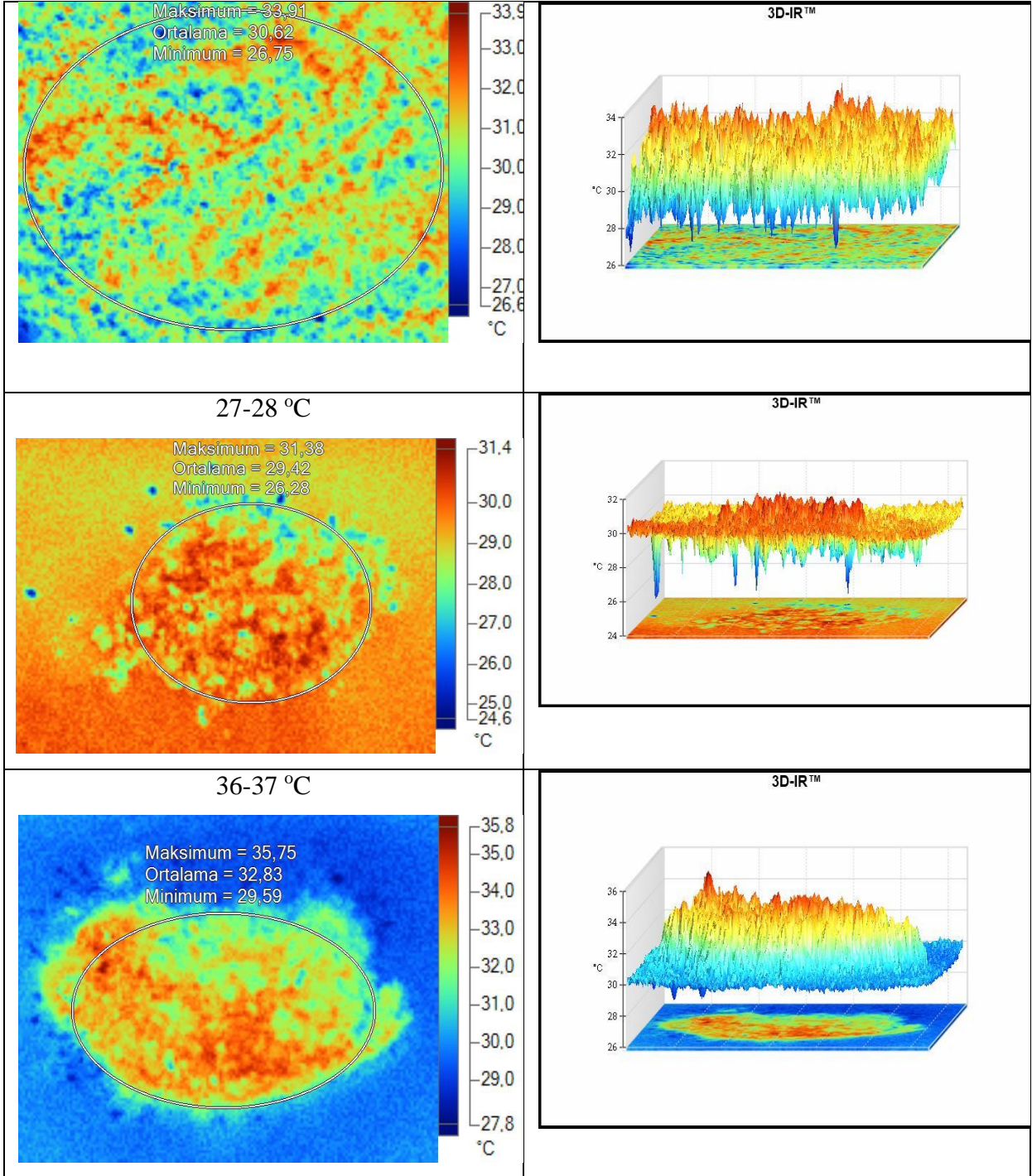


şekil 4.7. Aerobik stabilitenin 0., 4., 7. ve 12. günlerinde yüksek nemli mısır silajlarının kf değer'işimi

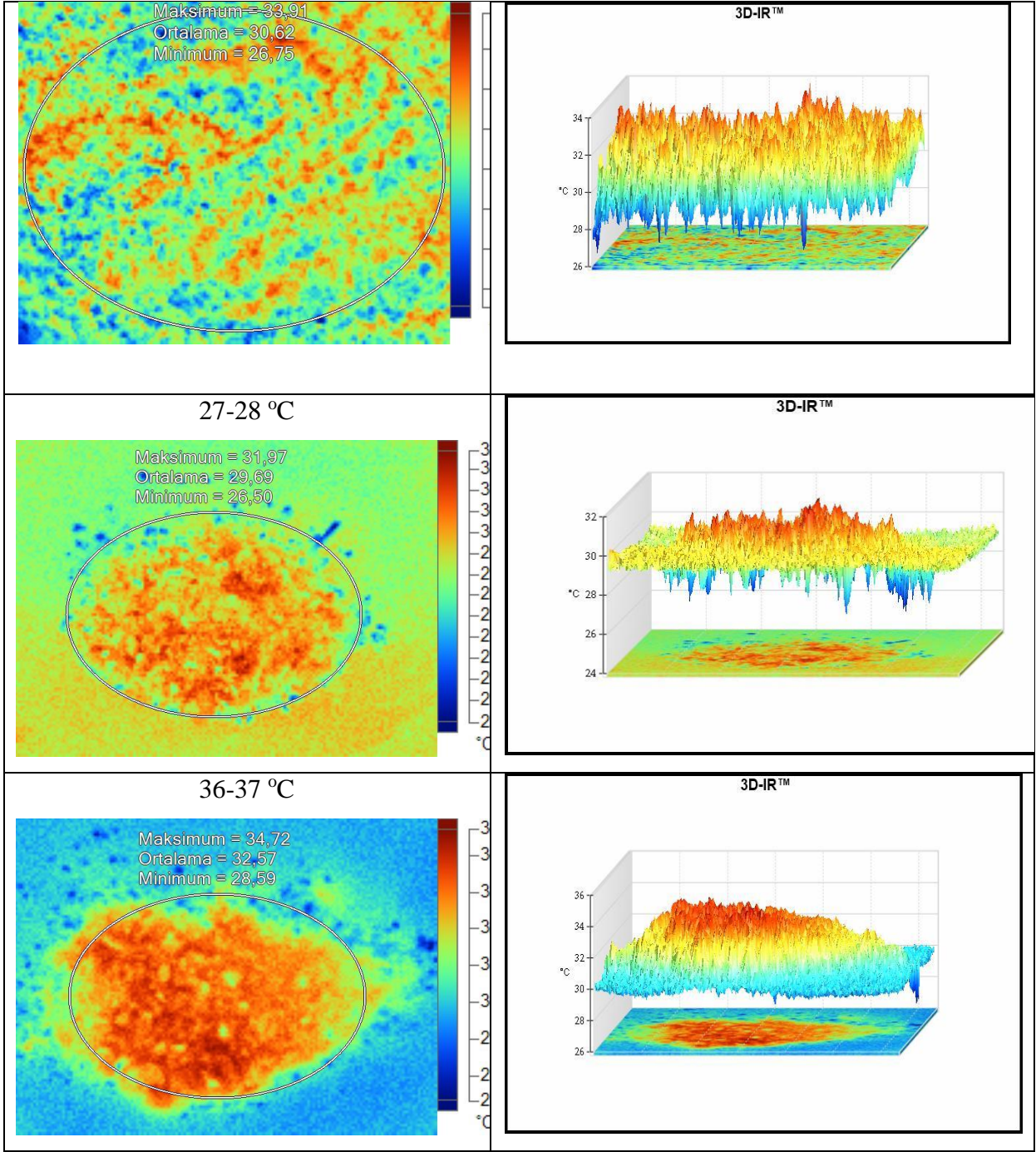


#### 4.9. Termal Kamera Görüntüleme

Aerobik stabilitenin 0. ve 12. günlerinde silajların termal kamera görüntüleri ve mikrobiyal kompozisyona ilişkin değerlendirme sonuçları dikkate alındığında benzerlikler yakalamak mümkün olmuştur. Termal kameralarda, yüksek sıcak noktaları açık renkle, soğuk noktalar ise koyu renkle gösterilmektedir. Nesnelerin renkli olarak gösterdiği durumlarda ise ortam sıcaklığına göre mavi en soğuk, sarı ise en sıcak bölgeleri gösterir. Sıcak bölgeler, sıcak renkler (sarı, turuncu, kırmızı) ile temsil edilmektedir, soğuk noktalar ise soğuk renkler (yeşil, mavi) tarafından temsil edilmektedir (Düzgün ve Erman 2009). Aerobik stabilite süresine bağlı olarak termal kameralarda görüntü alınan bölgelerde soğuk bölgeleri temsil eden mavi renkler, aerobik stabilite süresine ve sıcaklık derecesine bağlı olarak yerini sarı, yeşil ve kırmızı renklere dönüşmüştür (Koç ve ark. 2018b). Araştırma materyaline ilişkin termal kamera görüntüleri Resim 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de verilmiştir. Termal kamera görüntüleri dikkate alındığında 12. gün her iki depolama sıcaklığında SD2 grubu silajlarda sıcaklık artışının daha az olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca paralel olarak; mikrobiyal kompozisyona ilişkin veriler dikkate alındığında, aerobik stabilite süresine bağlı olarak maya miktarlarında daha düşük tespit edilmiştir.

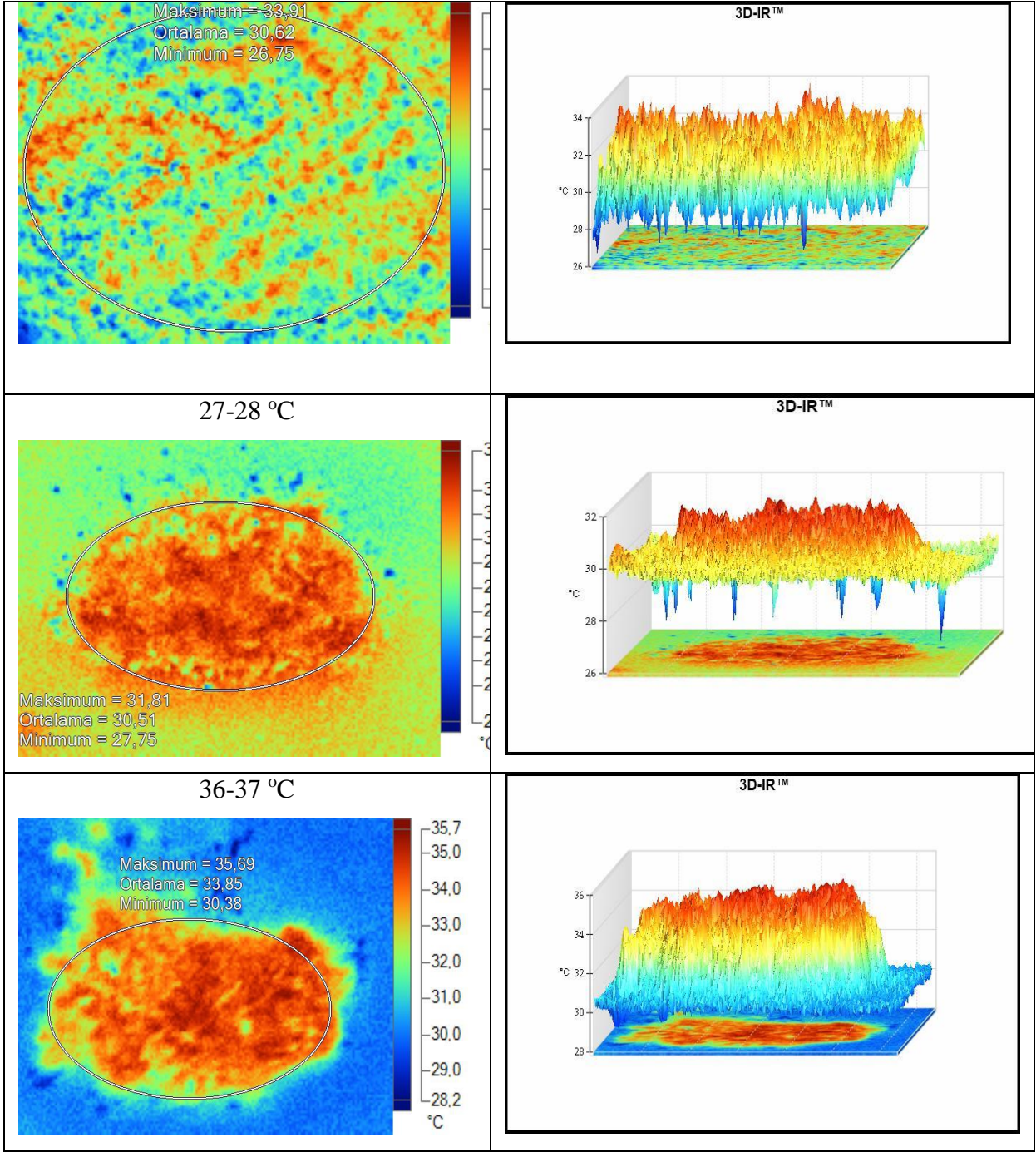


**Resim 4.1.** Kontrol grubu silajlarının aerobik stabilite döneminin 0. ve 12. gününe ilişkin termal kamera görüntüleri

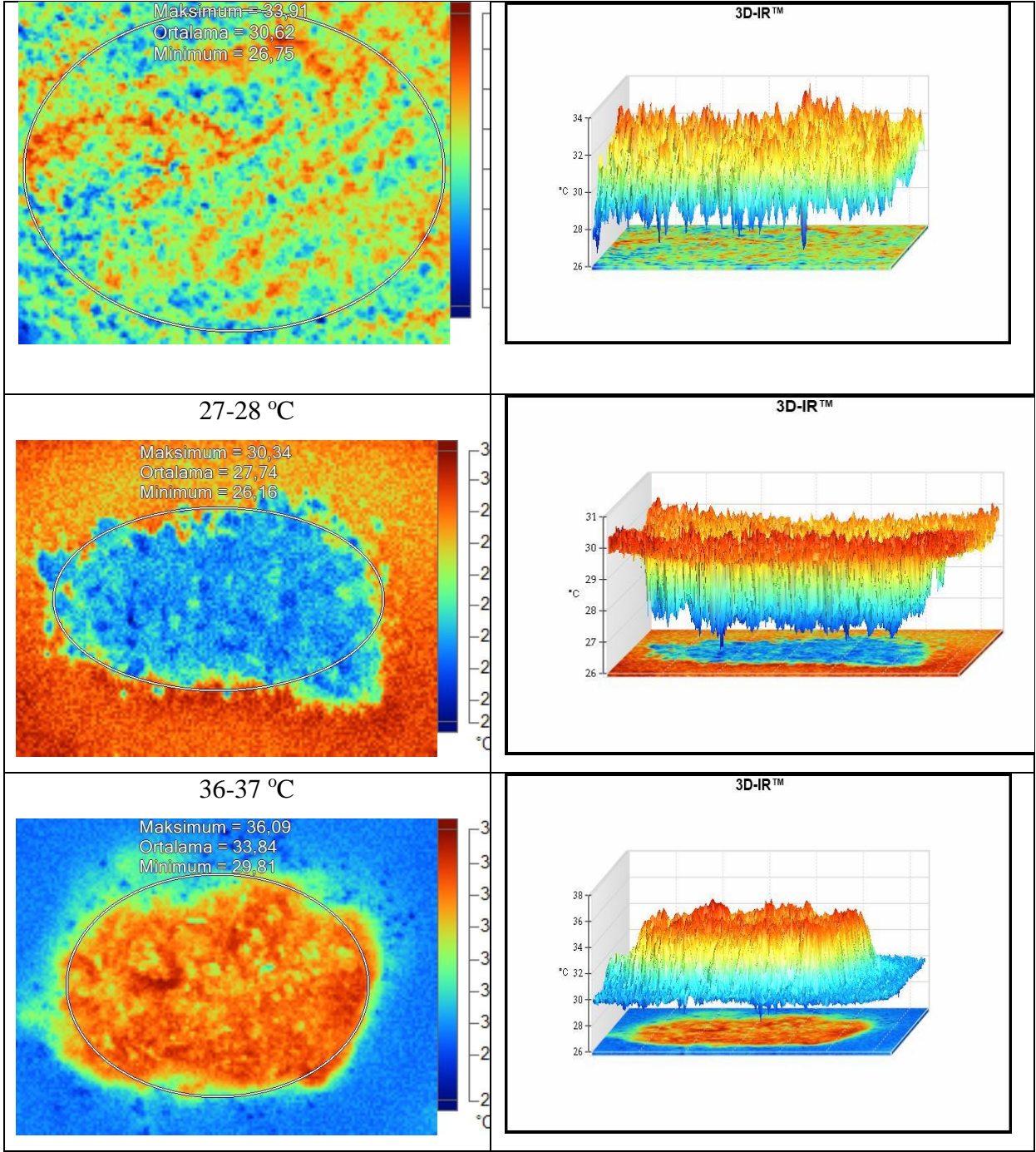


**Resim 4.2.** % 0,5 SD grubu silajların aerobik stabilite döneminin 0. ve 12. gününe ilişkin termal kamera görüntüleri



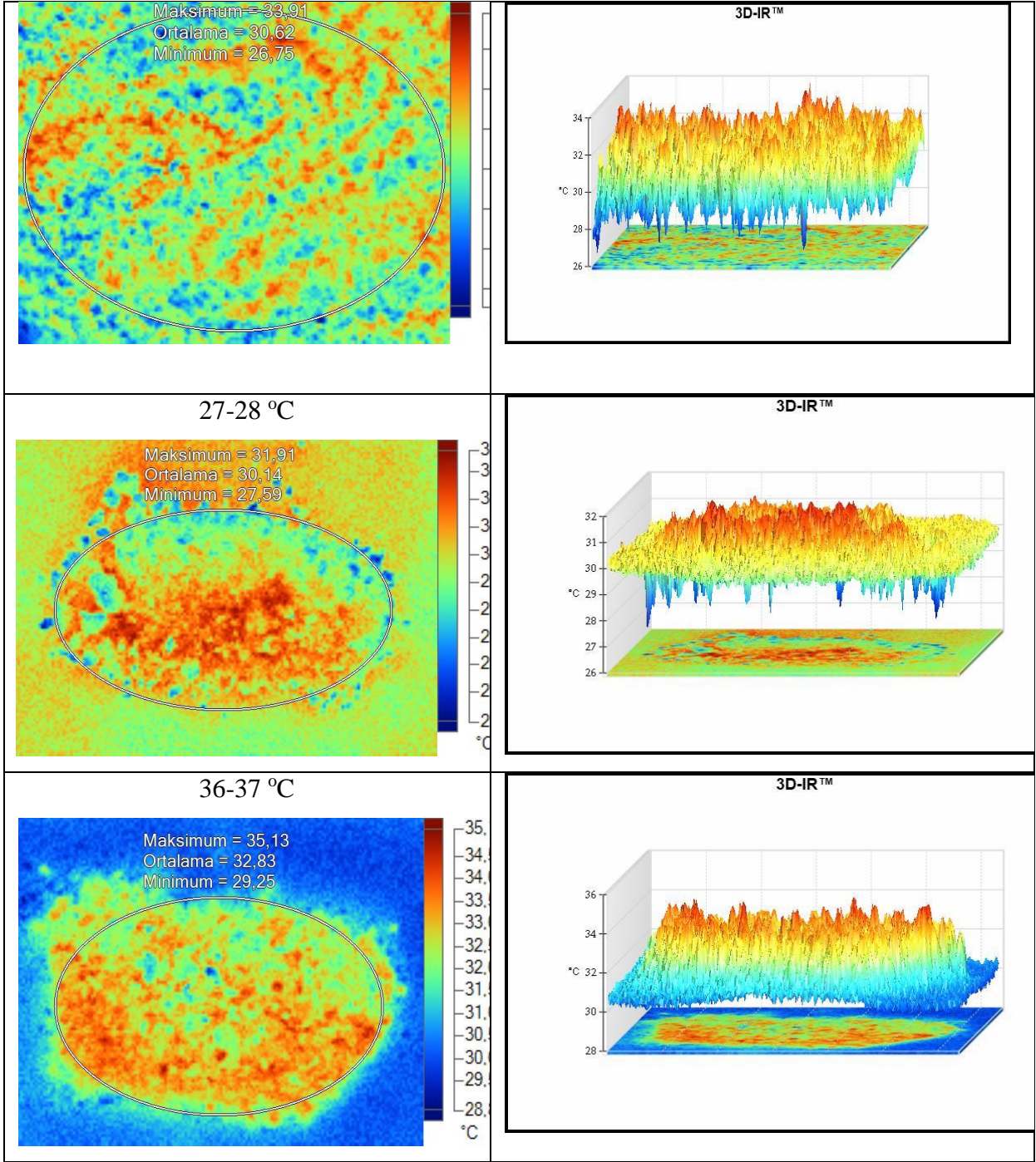


**Resim 4.3.** % 1 SD grubu silajların aerobik stabilite döneminin 0. ve 12. gününe ilişkin termal kamera görüntüleri

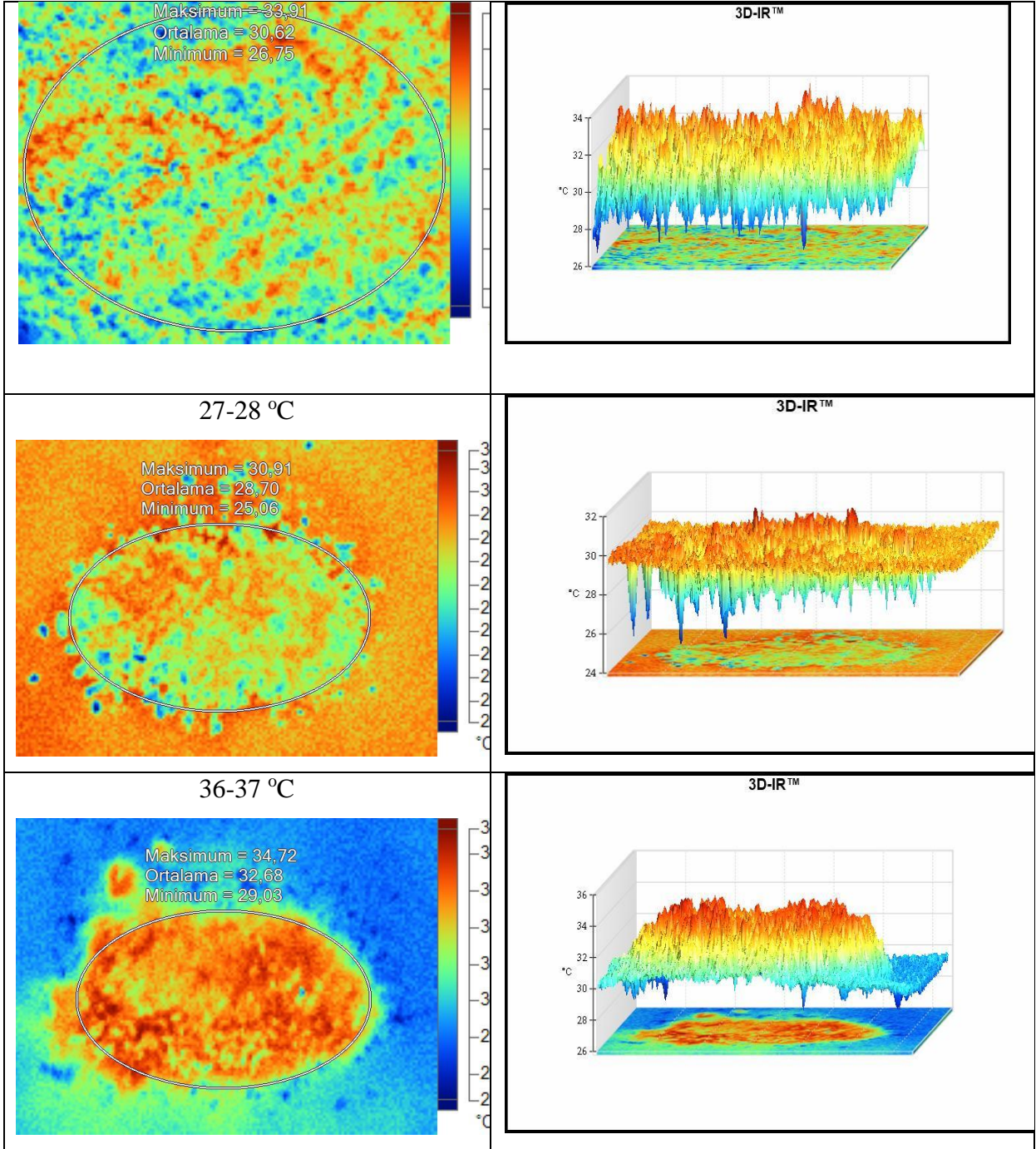


**Resim 4.4.** % 2 SD silajların aerobik stabilite döneminin 0. ve 12. gününe ilişkin termal kamera görüntüleri



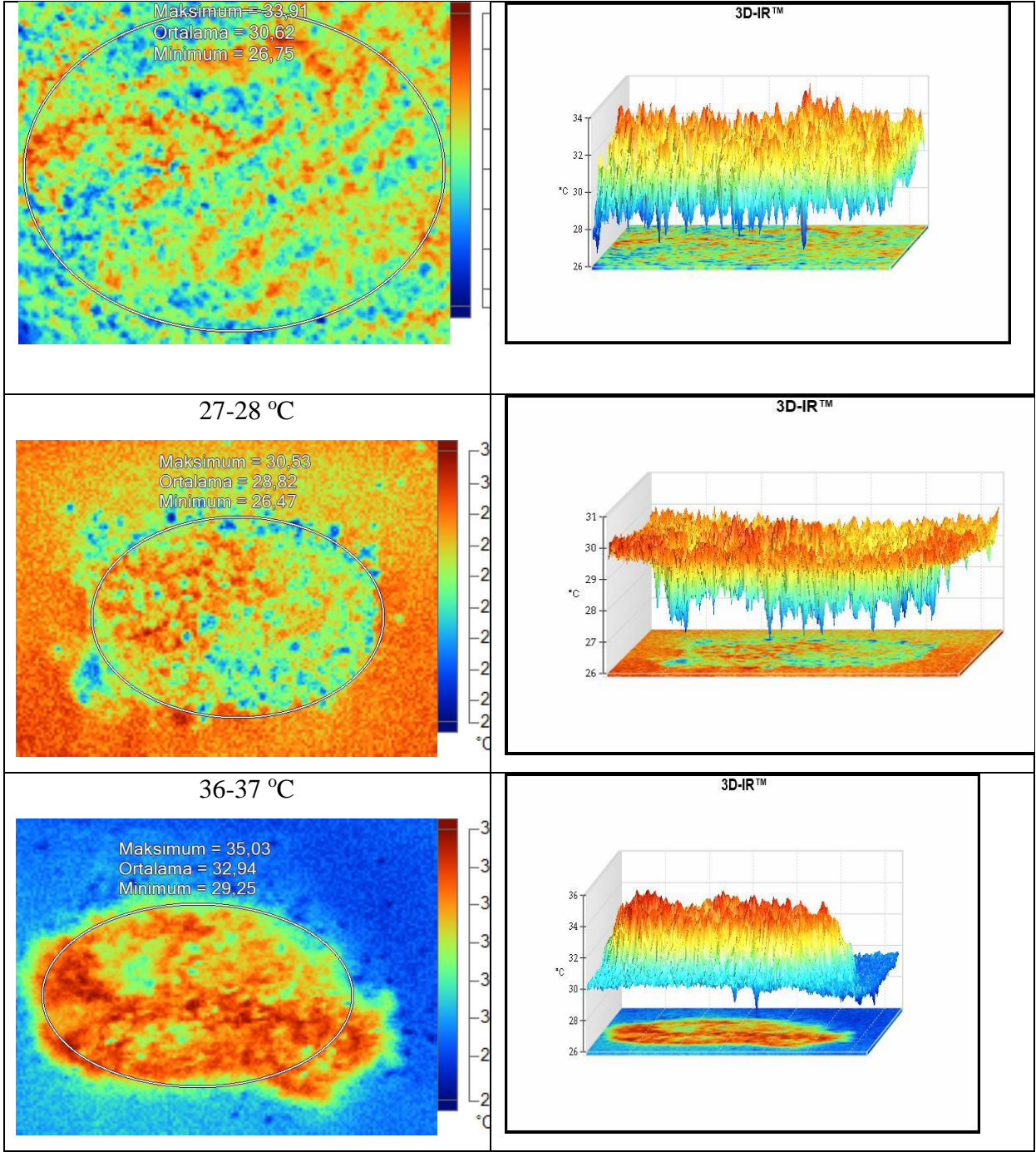


**Resim 4.5.** % 0.5 SB silajların aerobik stabilite döneminin 0. ve 12. gününe ilişkin termal kamera görüntüleri



**Resim 4.6.** % 1 SB silajların aerobik stabilite döneminin 0. ve 12. gününe ilişkin termal kamera görüntüleri





**Resim 4.7.** % 2 SB silajların aerobik stabilite döneminin 0. ve 12. gününe ilişkin termal kamera görüntüleri



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada kullanılan sodyum diasetat ve sodyum benzoat silajların aerobik stabilite özelliklerini kontrol grubu silajlara göre olumlu yönde etkilemiştir. Katkı maddesi ilavesi silajların pH, NH<sub>3</sub>-N ve maya içeriklerini düşürmüş, SÇK ve LA içeriklerini ise yükseltmiştir. Fermente mısır silajlarına aerobik stabilite dönemi başlangıcında, SD ve SB ilave edilmesinin özellikle yüksek sıcaklıklarda küf gelişimini önlemesi araştırmanın önemli bulgulardan birisidir. Araştırmada kullanılan katkı maddelerinin doz miktarı ve aerobik stabiliteye ilişkin parametreler üzerindeki etkileri paralellik göstermemiştir. Bu konuda ki farklılıklar ise başlangıç materyalinin kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik özelliklerinden kaynaklanabilir.

Termal kamera görüntüleri dikkate alındığında ise 12. gün 27-28 °C ve 36-37 °C depolanan SD2 grubu silajlarda sıcaklık artışının daha az olduğu tespit edilmiştir. Mikrobiyal kompozisyona ilişkin veriler dikkate alındığında SD2 grubu silajların maya miktarlarının da daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu açıdan bakıldığında termal kamera ve mikrobiyal kompozisyon arasında paralellik yakalamak mümkün olmuştur.

Yüksek nemli fermente mısır silajlarına açım sonrası farklı dozlarda SD ve SB ilave edilmesinin aerobik stabiliteyi iyileştirdiği, ancak katkı maddesi dozunun özellikle yüksek sıcaklıklarda tekrar gözden geçirilmesini gerekli olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca kullanım etkinliğini belirleyen faktörler göz önüne alındığında, yurdumuzun değişik ekolojilerinde farklı bitkisel materyallerden yapılan silajlarda, SD ve SB dozu ile ilgili öneriler için laboratuvar çalışmaları dışında, saha koşullarında yapılacak çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

## 6. KAYNAKLAR

- Akça Hışman F (2019). Sodyum Diasetat İlavесinin Yonca Silajlarının Fermantasyon Özellikleri ve Aerobik Stabilitesi Üzerine Etkileri. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Altınçekiç E (2016). Organik asit-bakteriyal inokulant kombinasyonunun mısır silajlarının fermantasyon, aerobik stabilite ve yem değeri üzerine etkileri. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- Anonim (1986). The Analysis of Agricultural Material, Reference Book: 427, 428 p, London.
- Anonim (2005). Improving the Aerobic Stability of Silages URL: [www.qualitysilage.com](http://www.qualitysilage.com).
- Arslan M, Çakmakçı S (2011). Mısır (Zea Mays) Ve Sorgumun (Sorghum Bicolor) Farklı Bitkilerle Birlikte Yapılan Silajlarının Karşılaştırılması. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi-24(1): 47-53.
- Ashbell G, Pahlow G, Dinter B (1987). Dynamics of orange peel fermentation during ensilage. J. Applied Bact., 63:275-279.
- Atwal AAS (1985). Comparison of wilted silages of alfalfa cut at two stages of maturity with formic acid treated silage from early cut alfalfa. Can. J. Anim. Sci., 65: 659-666.
- Basmacıoğlu H, Ergöl M (2002). Silaj Mikrobiyolojisi. Hayvansal Üretim 43(1): 12-24.
- Bolsen KK, Dickerson JT, Brent BE, Sonon RN, Dolke BS, Lin CJ, Boyer JE (1993). Rate and Extent of Top Spoilage in Horizontal Silos. J. Dairy Sci. 76: 2940-2962.
- Bolsen KK, Ashbell G, Weinberg ZG (1996a). Silage fermentation and silage additives. Asian-Australian J Anim. Sci., 9, 483-493.
- Bolsen KK, DR Bonilla GL, Huck MA, Young RA (1996b). Hartthakur and A. Joyeaux., Effect of a Propionic Acid, Bacterial Inoculant on Fermentation and Aerobic Stability of Whole-Palnt Corn Silage. J. Anim. Sci. 74 (Suppl. 1): 274.
- Chamberlain DG, Quig J (1987). The Effect of the Rate of Addition of Formic Acid and Sulphuric Acid on the Ensilage of Perennial Ryegrass in Laboratory Silos. J.Sci. Food Agric. 38: (3) 217-228.
- Coşkun B, şeker E, İnal F (1998). Yemler ve Teknolojisi. S.Ü. Veteriner Fakóltesi Yayınları, Konya.
- Çakmaklı S, Çelik İ (1994). Gıda Katkı Maddeleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakóltesi. Erzurum.

- Da Silva TC, Smith ML, Barnard AM, Kung Jr L (2015). The effect of a chemical additive on the fermentation and aerobic stability of high-moisture corn. J. Dairy Sci. 98, 8904–8912.
- Davies D, Merry R, Williams A, Bakewell E, Leemans D, Tweed J (1998). Proteolysis during ensilage of forages varying in soluble sugar content. Journal of Dairy Science, 81, 444–453.
- Denek N, Can A, Avci M, Aksu T (2012). The Effect of Fresh and Frozen Pre-Fermented Juice on the Fermentation Quality of Alfalfa Silage. Kafkas Univ Vet Fak Derg.18 (5): 785-790.
- Driehuis F, PG van Wikselaar (1996). Effects of addition of formic, acetic or propionic acid to maize silage and low dry matter grass silage on the microbial flora and aerobic stability. p. 256-257. In: D.I.H. Jones, R. Jones, R. Dewhurst, R. Merry, and P.M. Haigh (ed.) Proc. 11th Int. Silage Conference, Aberystwyth, UK. 8-11 September 1996. IGER, Aberystwyth, UK.
- Düzgün D, Erman M (2009). Termal Kameraların Veteriner Hekimlikte Kullanımı. TUBAV Bilim Dergisi. 2(4), 468-475.
- Filya I, Karabulut A, Sucu E (2004). The Effect of *Propionibacterium acidipropionici*, with or without *Lactobacillus plantarum* on the Fermentation and Aerobic Stability of Wheat, Sorghum and Maize Silages. J Appl. Microbiol. 97: 818–826.
- Filya İ (2000). Bazı Silaj Katkı Maddelerinin Ruminantların Performansları Üzerindeki Etkileri Hayvansal Üretim 41: 76–83.
- Filya İ (2001). Silaj Teknolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, 16059, Görükle, Bursa.
- Filya İ (2003). Organik Asitlerin Buğday, Mısır ve Sorgum Silajlarının Mikrobiyal Flora ile Aerobik Stabiliteleri Üzerine Etkileri. III. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 14-16 Ekim 2003, Ankara, s. 299-308.
- Filya İ, Sucu E (2003). Silajlarda Fermantasyon Kalitesi ve Aerobik Stabilitenin Geliştirilmesi Üzerinde Araştırmalar. GAP III. Tarım Kongresi, 2-3 Ekim 2003, Şanlıurfa. Bildiriler: 273-278.
- Filya İ, Sucu E, Canbolat Ö (2004a). Silaj fermantasyonunda organik asit kullanımı üzerine araştırmalar. 2. formik asit temeline dayalı bir koruyucunun çiftlik koşullarında yapılan mısır silajlarının fermantasyon, mikrobiyal flora, aerobik stabilite ve *in situ* rumen parçalanabilirlik özellikleri üzerine etkisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 18 (2): 35-45.

- Filya İ, Sucu E, ve Canbolat Ö (2004b). Silaj Fermantasyonunda Organik Asit Kullanımı Üzerine Araştırmalar. II. Formik Asit Temeline Dayalı Bir Koruyucunun Çiftlik Koşullarında Yapılan Mısır Silajlarının Fermantasyon, Mikrobiyal Flora, Aerobik Stabilite ve *In situ* Rumen Parçalanabilirlik Özellikleri Üzerine Etkisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 18 (2): 35-45.
- Filya İ, Sucu E (2005). Silaj fermantasyonunda organik asit kullanımı üzerine araştırmalar. 1. formik asit temeline dayalı bir koruyucunun laboratuvar koşullarında yapılan mısır silajlarının fermentasyon, mikrobiyal flora, aerobik stabilite ve *in situ* rumen parçalanabilirlik özellikleri üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 11 (1): 51-56.
- Furia TE (1972). Handbook of Food Additives. 2. Edition. Cleveland, Ohio.
- Haigh PM, Appleton M, Clench SF (1987). Effect of Commercial Inoculant and Formic Acid±Formalin Silage Additives on Silage Fermentation and Intake and on Liveweight Change of Young Cattle. Grass and Forage Science 42, 405-410.
- Henderson AR, P McDonald, MK Woolford (1972). Chemical changes and losses during the ensilage of wilted grass treated with formic acid. J. Sci. Food. Agr. 23, 1079-1087.
- Henderson N (1993). Silage additives. Animal Feed Science Technology, 45: 35-36.
- <http://www.hammaddeleransiklopedisi.com/makale-detay.php?seo=sodyum-dasetat-ve-oezellikler-hammaddeler-ansiklopedisi>
- İpçak HH, Özüretmen S, Özelçam H, Ünlü HB (2017). Hayvan Beslemede Antibiyotiklere Alternatif Olarak Organik Asit, Esansiyel Yağ ve Bakteriyosinlerin Kullanımı Hayvansal Üretim 58 (1): 57-65.
- Kaya Ö, Polat C (2010). Tekirdağ İli Koşullarında I. ve II. Ürün Olarak Yetiştirilen Bazı Mısır Çeşitlerinin Silaj Fermantasyon Özellikleri ve Yem Değerinin Belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 7 (3), 129.
- Kaya Ş (2017). Silajlarda Görülen Bazı Küf Kaynaklı Aerobik Bozulmaları Anlamak ve Önlemek İçin Pratik Rehber. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22 (1): 127-134.
- Keleş G, Yazgan O (2005) (Derleme). Bakteriyel İnokulantların Silaj Fermantasyonu Ve Hayvan Performansına Etkileri. Hayvancılık Araştırma Dergisi, 15, 1: 26–34.
- Keleş G (2009). Homofermantatif Ve Heterofermantatif Laktik Asit Bakterilerinin Mısır Silajının Kimyasal Kompozisyonu İle Konya Merinosu Toklularda Performansa Etkileri. Zootekni Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Konya.

- Kılıç A (1986). Silo yemi (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri). Bilgehan Yayın, İzmir, (p. 68).
- Koc F, Coskuntuna L, Ozduven ML, Coskuntuna A, Samlı HE (2009). The Effects of Temperature on the Silage Microbiology and Aerobic Stability of Corn and Vetch-Grain Silages. *Acta Agriculture Scand Section*, 59: 239-246.
- Kocaoğlu Güçlü B, Kara K (2010) Ruminant Beslemede Alternatif Yem Katkı Maddelerinin Kullanımı. *Erciyes Üni. Vet. Fakültesi Dergisi* 7 (1) 43-52.
- Koç F, Coşkuntuna L (2003). Silo Yemlerinde Organik Asit Belirlemede İki Farklı Metodun Karşılaştırılması. *Hayvansal Üretim*, 44 (2): 37-47.
- Koç F, Özduven ML, Demirci AŞ, Şamlı HE (2018a). Mısır Silajlarında Saha Şartlarında Aerobik Stabilite Süresince Mikrobiyal Kompozisyondaki Değişikliklerin Termal Kamera Görüntüleme Tekniği ile Değerlendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*. 21 (2): 167-174.
- Koç F, Ünal Ö, Okur AA, Okur E, Özduven ML (2018b). Mısır ve Buğday Silajlarının Termal Kamera Görüntüleme Tekniği Kullanılarak Aerobik Stabilitesinin Değerlendirilmesi. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 33(1): 55-63.
- Kung L, Robinson JR, Ranjit NK, Chen JH, Golt, CM, Pesek JD (2000). Microbial populations, Fermentation end products, and aerobic stability of corn silage treated with ammonia or a propionic acid based preservative. *J. Dairy Sci.*, 83: 1479-1486.
- Kung L, Myers CL, Neylon JM, Taylor CC, Lazartic J, Mills JA, Whiter AG (2004). The effects of buffered propionic acid-based additives alone or combined with microbial inoculation on the fermentation of high moisture corn and whole crop barley. *J. Dairy Sci.*, 87: 1310-1316.
- Lindgren S, Pettersson K, Jonsson A, Lingvall P, Kaspersson A (1985). Silage Inoculation- Selected Strains, Temperature, Wilting and Practical Application. *Swedish Journal of Agricultural Research* 15, 9-18.
- McDonald P, Henderson AR, Heron SJE (1991). *The Biochemistry of Silage*. Second Edition. 340 p., Chalcombe Publication, Marlow, England.
- Muck RE (1996). A Lactic Acid Bacteria Strain to Improve Aerobic Stability of Silages. In *Research Summaries*. U.S. Dairy Forage Res. Center, Madison, WI. pp. 42–43.
- Nadeau EMG, Buxton DR, Russell JR, Allison M.J, Young JW (2000). Enzyme, bacterial inoculant, and formic acid effects on silage composition of orchardgrass and alfalfa. *J. Dairy Sci.* 83, 1487–1502.

- Petterson K (1988). Ensiling of forages. factors affecting silage fermentation and quality. Swedish University of Agricultural Sciences Department of Animal Nutrition and Manegement Uppsala.
- Polat C, Koç F, Özdüven ML (2005). Mısır Silajında Laktik Asit Bakteri ve Laktik Asit Bakteri+Enzim Karışımı İnokulantların Fermantasyon ve Toklularda Ham Besin Maddelerinin Sindirilme Dereceleri Üzerine Etkileri. Tekirdağ Zir. Fak. Derg. 2(1): 13–22.
- Ranjit NK, 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: 526–535.
- Ruppel KA, RE Pitt, LE Chase, Galton DM (1995). Bunker Silo Management and Its Relationship to Forage Preservation on Dairy Farms. J. Dairy Sci. 78:141-153.
- Saad B, Bari MF, Saleh MI, Ahmad K, Talib MKM (2005). Simultaneous determination of preservatives (benzoic acid, sorbic acid, methylparaben and propylparaben) in Sofos JN (1995). Antimicrobial agents. In JA Maga & AT Tu (Eds.). Food Additive Toxicology. New York: Marcel Dekker: 501-29.
- Seale DR, Pahlow G, Spoelstra SF, Lindgren S, Dellaglio F, Lowe JF (1990). Methods Forthe Microbiological Analysis of Silage. Proceeding of the Eurobac Conference, 147, Uppsala.
- Sebastian S, Phillip LE, Felner V, Idziak ES (1996). Comparative Assesment of Bacterial Inoculation and Propionic Acid Treatment on Aerobic Stability and Microbial Populations of Ensiled High-Moisture Ear Corn. J. Amin. Sci., 74:447-456.
- Stella J (1986). The comparison of two inoculants and an acid mixture as additives for grass silage. Proceeding of the Eurobac Conference, Uppsala, Sweeden.
- Şahin K, Çerçi İH, Güler T, Şahin N, Kalander H, Çelik S (1999). Farklı silaj katkı maddelerinin yaş şeker pancarı posası silajı kalitesine etkileri. Turkish Journal of Veterinary Animal Science, 23: 285-292.
- Taylor CC, L Kung Jr. (2002). The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. J. Dairy Sci. 85:1526–1532.
- Teller RS, RJ Schmidt, LW Whitlow, L Kung Jr (2012). Effect of physical damage to ears of corn before harvest and treatment with various additives on the concentration of mycotoxins, silage fermentation, and aerobic stability of corn silage. J. Dairy Sci. 95:1428–1436.
- TUİK (2018). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. (Erişim tarihi: 27. Haziran, 2018).

- Uriarte ME (2001). Aerobic Stability of Corn Silage. Kansas State University Unpublished Ph.D. Thesis, Manhattan.
- Weinberg ZG, Ashbell G, Hen Y, Azrieli A (1993). The Effect of Applying Lactic Acid Bacteria Ensiling on the Aerobic Stability of Silages. *J. Appl. Bacteriol.*, 75: 512-518.
- Wen AY, Yuan XJ, Wang J, Desta ST, Shao T (2017). Effects of four short-chain fatty acids or salts on dynamics of fermentation and microbial characteristics of alfalfa silage. *Animal Feed Science Technology*. 223: 141-148.
- Wilkinson JM, Davies DR (2012). The aerobic stability of silage: Key findings and recent developments. *Grass and Forage Science*, 68: 1-19.
- Yıldırım B (2008). Yaş Bira Posası Silajlarında Organik Asit Kullanımının Fermantasyon Gelişimi ve Aerobik Stabilité Üzerine Etkileri. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Yuan XJ, Wen AY, Desta ST, Wang J, Shao T (2017). Effects of sodium diacetate on the fermentation profile, chemical composition and aerobic stability of alfalfa silage. *Asian-Australas J Anim Sci* 30: 804-810.
- Yuan XJ, Wen AY, Wang J, Desta ST, Dong ZH, Shao T (2016). Effects of four short-chain fatty acids or salts on fermentation characteristics and aerobic stability of alfalfa (*Medicago sativa* L.) silage. *J.Sci Food Agric*; 98: 328–335.
- Yurtman İY, Koç F, Özdüven ML, Erman S (1997). Silaj Üretiminde Mikrobiyal Katkı Maddelerinin Kullanımı. Trakya Bölgesi II. Hayvancılık Sempozyumu, 346-351, Tekirdağ.

## ÖZGEÇMİŞ

1986 Tekirdağ/Hayrabolu'da dünyaya geldi. İlkokul ve ortaokulu Hayrabolu'da okudu. Lise eğitimini, İstanbul Selimiye Veteriner Sağlık Meslek Lisesinde, 2003 yılında tamamladı ve 2005 yılında, Veteriner Sağlık Teknisyeni olarak İzmir'de çalışma hayatına başladı. 2010 yılında, Uludağ Üniversitesi Hayvan Yetiştiriciliği ve Sağlığı Önlisans Programından, 2013 yılında, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümünden ve 2013 yılında, Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Bölümünden mezun oldu. 2017 yılında, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Bölümü'nde, Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı. Özel sektörde, 2005 yılında çalışma hayatına başlayan ve aralıksız devam eden Gürkan Yılmaz halen Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Veteriner Fakültesi 1. Sınıf öğrencisidir.