

T.C.

TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ELMA SİRKESİ İLAVESİNİN YÜKSEK NEMLİ FERMENTE MISIRIN
AEROBİK STABİLİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Kerem GÖZLÜKLÜ

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: DR. ÖĞR. ÜYESİ Aylin AĞMA OKUR

TEKİRDAĞ-2019

Her hakkı saklıdır

Dr. Öğr. Üyesi Aylin AĞMA OKUR danışmanlığında, Kerem GÖZLÜKLÜ tarafından hazırlanan “Elma Sirkesi İlavesinin Yüksek Nemli Fermente Mısırın Aerobik Stabilitate Özellikleri Üzerine Etkisi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Zootečni Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Doç. Dr. Süleyman KÖK

İmza :

Üye : Prof. Dr. Fisun KOÇ

İmza :

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Aylin AĞMA OKUR (Danışman)

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ELMA SİRKESİ İLAVESİNİN YÜKSEK NEMLİ FERMENTE MISIRIN AEROBİK STABİLİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Kerem GÖZLÜKLÜ

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Aylin AĞMA OKUR

Bu çalışma elma sirkesi ve sodyum diasetat ilavesinin yüksek nemli fermente mısır silajının aerobik stabilite özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada, sodyum diasetat ve elma sirkesi olarak iki farklı katkı maddesinin %0, 0,5 ve 1 olacak şekilde üç farklı dozunun, oda ve inkübatör koşullarında etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın materyalini yaklaşık 120 gün süre ile depolanmış nem içeriği %62 olan fermente dane mısır (danesi kırılmış) oluşturmuştur. Silaj örnekleri her muamele grubunda 3'er tekerrür olmak üzere aerobik stabilite testine tabi tutulmuştur. Aerobik stabilite, pH, kuru madde (KM), laktik asit (LA), suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK), amonyağa bağlı nitrojen (NH₃-N), LAB, maya ve küf sayımları 0, 2., 4., 7. ve 12. günlerinde örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bunlara ilaveten, T200IR marka termal kamera ile fermente nemli mısır örneklerinde görüntüleme yapılmış ve elde edilen veriler ThernaCAM software programında değerlendirilmiştir. On ikinci gün pH verileri incelendiğinde, en düşük değerlerin yüksek sıcaklıkta depolanan silajlarda saptandığı ve depolama sıcaklıklarının etkisinin istatistiki olarak önemli bulunduğu görülmüştür (P<0,001). Amonyaya bağlı nitrojen sonuçlarında da yüksek sıcaklıklarda, değerlerde düşme görüldüğü saptanmıştır (P<0,01). Sadece %1 SDA ilave edilen grupta oda koşullarındaki değer daha düşük bulunmuştur (P<0,01). Çalışmada aerobik stabilitenin ikinci gününde LA değerleri 8,81-13,60 arasında değişirken, onikinci gününde ise 0,30-11,41 arasında saptanmıştır. Aerobik stabilitenin onikinci günü sonuçlarına göre, 36-37°C depolanan silaj örneklerinin 25-26°C kıyasla LAB sayılarında artış görülürken, maya sayılarında bir azalma (sirke kontrol grubu hariç) gözlenmiştir (P<0,001). Aerobik stabilitenin 12. gününde küf sayıları ise, tüm muamele gruplarında 0 olarak saptanmıştır. Inkübatör koşullarında depolanan silaj örneklerinin sıcaklıklarının ortam sıcaklıklarına bağlı olarak daha yüksek seyrettiği görülmektedir. Bununla birlikte silajların, depolandığı ortam ile olan sıcaklık farklılıklarına bakıldığında, oda koşullarında sıcaklık farklılıklarının arttığı ve kızışma gerçekleştiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Elma sirkesi, sodyum diasetat, nemli mısır, aerobik stabilite

2019, 53 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

EFFECTS OF APPLE VINEGAR SUPPLEMENTATION ON AEROBIC STABILITY PARAMETERS OF FERMENTED HIGH MOISTURE CORN

Kerem GÖZLÜKLÜ

Tekirdağ Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Animal Science

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Aylin AĞMA OKUR

This study was carried out to determine the effect of apple vinegar and sodium diacetate supplementation on the aerobic stability of high moisture fermented corn. In the study, the effect of three different levels (such as 0, 0.5, 1.0%) of sodium diacetate and apple vinegar supplementation to fermented high moisture corn in room and incubator conditions were investigated. The material of the study was fermented grain corn (rolled grain) with 62% moisture content stored for about 120 days. Silage samples were subjected to aerobic stability test with 3 replicates for each treatment group. Aerobic stability, pH, dry matter (DM), lactic acid (LA), water-soluble carbohydrate (WSC), ammonia-dependent nitrogen (NH₃-N), LAB, yeast and mold counts at 0, 2, 4, 7 and 12 days were analyzed. In addition, samples were displayed in the T200 IR brand thermal camera and the data were evaluated in the ThermaCAM software program. On the 12th day, it was observed that the lowest pH values were determined in silages stored at high temperatures and the effect of storage temperatures was found statistically significant ($P < 0.001$). Ammonia-dependent nitrogen results were also found to decrease in high temperatures ($P < 0.01$). Only the 1% SDA supplemented group had lower NH₃-N in the room conditions ($P < 0.01$). In the present study, LA values ranged between 8.81-13.60 on the second day, and observed between 0.30-11.41 on the twelfth day of aerobic stability. According to the results of the twelfth day of aerobic stability, there was an increase in LAB counts of silage samples stored in the incubator compared to those in the chamber, but a decrease in yeast count was observed (except vinegar control group) ($P < 0.001$). The number of molds on day 12th of aerobic stability was determined as 0 in all treatment groups. It is seen that the temperature of silage samples stored in incubator conditions has found higher depending on the ambient temperatures. However, when the temperature differences of the silages with the storage environment are considered, it is seen that the temperature differences increase in the room conditions and the heating occurs.

Key Words: Apple vinegar, sodium diacetate, high moisture corn, aerobic stability

2019, 53 pages

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGE DİZİNİ	v
ŞEKİL DİZİNİ	vi
KISALTMALAR	x
TEŞEKKÜR	xi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	3
2.1. Silaj ve Kalitesini Etkileyen Faktörler.....	3
2.2. Silaj Katkı Maddeleri.....	6
2.2.1. Sodyum diasetat.....	6
2.2.2. Sirke.....	6
2.2.2.1 Sirke üretiminde etkili mikroorganizmalar.....	8
2.2.2.2 Sirke üretimini etkileyen faktörler.....	9
2.2.2.3. Elma sirkesinin özellikleri.....	10
2.2.2.4 Sirkenin bakterisidal etkisi.....	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM	13
3.1. Yem Materyali.....	13
3.2. Laboratuvar Analizleri.....	13
3.2.1 pH Analizi.....	13
3.2.2. Kuru madde (KM) analizi.....	14
3.2.3. Suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) analizi.....	14
3.2.4. Amonyaga bağlı nitrojen (NH ₃ -N) analizi.....	14
3.2.5. Laktik asit analizi.....	15
3.2.6. Mikrobiyolojik analizler.....	16
3.3. İstatistik Analiz.....	16

4.BULGULAR ve TARTIŞMA.....	18
4.1. Araştırmanın İkinci Gününde Elde Edilen Bulgular.....	19
4.1.1. Oda koşullarında depolanan silajların ikinci gün termal kamera görüntüleri.....	22
4.1.2. İnkübatör koşullarında depolanan silajların ikinci gün termal kamera görüntüleri.....	24
4.2. Araştırmanın Dördüncü Gününde Elde Edilen Bulgular.....	27
4.2.1. Oda koşullarında depolanan silajların dördüncü gün termal kamera görüntüleri.....	29
4.2.2. İnkübatör koşullarında depolanan silajların dördüncü gün termal kamera görüntüleri.....	31
4.3. Araştırmanın Yedinci Gününde Elde Edilen Bulgular.....	33
4.3.1. Oda koşullarında depolanan silajların yedinci gün termal kamera görüntüleri.....	36
4.3.2. İnkübatör koşullarında depolanan silajların yedinci gün termal kamera görüntüleri.....	38
4.4. Araştırmanın Onikinci Gününde Elde Edilen Bulgular.....	40
4.4.1. Oda koşullarında depolanan silajların onikinci gün termal kamera görüntüleri.....	43
4.4.2. İnkübatör koşullarında depolanan silajların onikinci gün termal kamera görüntüleri.....	45
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	48
6. KAYNAKLAR.....	49
7. ÖZGEÇMİŞ.....	54

ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Silajda görülen problemler, nedenleri ve çözümleri.....	5
Çizelge 2.2: Asetik asit bakterilerinin (AAB) sınıflandırılması.....	9
Çizelge 2.3: Elma sirkesinin kalite özellikleri (Dabija ve Hatnean 2014).....	10
Çizelge 2.4: Geleneksel ve endüstriyel sirkelerin, pH, Toplam asidite (%) değerleri ve bazı patojenler üzerindeki antimikrobiyal aktiviteleri.....	12
Çizelge 4.1: Başlangıç materyaline ilişkin kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	19
Çizelge 4.2: Aerobik stabilitenin ikinci gününde katkı maddelerinin yüksek nemli mısır silajları üzerine etkileri.....	21
Çizelge 4.3: Aerobik stabilitenin dördüncü gününde katkı maddelerinin yüksek nemli mısır silajları üzerine etkileri.....	28
Çizelge 4.4: Aerobik stabilitenin yedinci gününde katkı maddelerinin yüksek nemli mısır silajları üzerine etkileri.....	35
Çizelge 4.5: Aerobik stabilitenin onikinci gününde katkı maddelerinin yüksek nemli mısır silajları üzerine etkileri.....	42

ŞEKİL DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1: Silajlarda yaygın olarak karşılaşılan bazı küf türlerinden örnekler (Kaya 2017).....	4
Şekil2.2: <i>Acetobacter aceti</i> bakterisinin görüntüsü.....	8
Şekil 2.3: Şarap, Sirke, Çay ve Zeytin yağının gıda kaynaklı bazı patojen mikroorganizmalar üzerindeki etkisi (N_0 = inokule edilen her bir ml deki kob; N_1 = 5 dakikalık maruz kalma sonrası ml deki kob; Ok işaretleri= yaşayan mikroorganizma sayısının saptanabilir düzeyin altında olduğu anlamına gelmektedir) (Medina ve ark. 2007)..	11
Şekil 4.1: a) Fermente mısır silajının 0. gün termal kamera görüntüsü, b) Fermente mısır silajının 0. gün termal kamera görüntüsünün grafiği.....	17
Şekil 4.2: a) Kontrol grubunun (SDA 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	22
Şekil 4.3: a) %0,5 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	22
Şekil 4.4: a) %1 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	23
Şekil 4.5: a) Kontrol grubunun (ES 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	23
Şekil 4.6: a) %0,5 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	23
Şekil 4.7: a) %1 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	24
Şekil 4.8: a) Kontrol grubunun (SDA 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	25
Şekil 4.9: a) %0,5 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	25
Şekil 4.10: a) %1 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	25
Şekil 4.11: a) Kontrol grubunun (ES 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	26

Şekil 4.12: a) %0,5 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	26
Şekil 4.13: a) %1 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	26
Şekil 4.14: a) Kontrol grubunun (SDA 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	29
Şekil 4.15: a) %0,5 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	29
Şekil 4.16: a) %1 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	30
Şekil 4.17: a) Kontrol grubunun (ES 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	30
Şekil 4.18: a) %0,5 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	30
Şekil 4.19: a) %1 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	31
Şekil 4.20: a) Kontrol grubunun (SDA 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	31
Şekil 4.21: a) %0,5 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	32
Şekil 4.22: a) %1 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	32
Şekil 4.23: a) Kontrol grubunun (ES 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	32
Şekil 4.24: a) %0,5 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	33
Şekil 4.25: a) %1 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	33
Şekil 4.26: a) Kontrol grubunun (SDA 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	36
Şekil 4.27: a) %0,5 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	36
Şekil 4.28: a) %1 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	37

Şekil 4.29: a) Kontrol grubunun (ES 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	37
Şekil 4.30: a) %0,5 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	37
Şekil 4.31: a) %1 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	38
Şekil 4.32: a) Kontrol grubunun (SDA 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	38
Şekil 4.33: a) %0,5 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	39
Şekil 4.34: a) %1 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	39
Şekil 4.35: a) Kontrol grubunun (ES 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	39
Şekil 4.36: a) %0,5 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	40
Şekil 4.37: a) %1 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	40
Şekil 4.38: a) Kontrol grubunun (SDA 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	43
Şekil 4.39: a) %0,5 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	43
Şekil 4.40: a) %1 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	44
Şekil 4.41: a) Kontrol grubunun (ES 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	44
Şekil 4.42: a) %0,5 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	44
Şekil 4.43: a) %1 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	45
Şekil 4.44: a) Kontrol grubunun (SDA 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	45
Şekil 4.45: a) %0,5 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	46

Şekil 4.46: a) %1 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü,	
b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	46
Şekil 4.47: a) Kontrol grubunun (ES 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü,	
b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	46
Şekil 4.48: a) %0,5 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü,	
b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	47
Şekil 4.49: a) %1 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü,	
b) Termal kamera görüntüsünün grafiği.....	47

KISALTMALAR

AAB	: Asetik asit bakterileri
ADF	: Asit çözücülerde çözünmeyen lif
ES	: Elma Sirkesi
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
HCl	: Hidroklorik asit
KM	: Kuru madde
kob	: Koloni oluşturan birim
LA	: Laktik asit
LAB	: Laktik asit bakterileri
ME	: Metabolik enerji
NDF	: Nötr çözücülerde çözünmeyen lif
NH ₃ -N	: Amonyaka bağlı nitrojen
OMS	: Organik madde sindirimi
PHBP	: Parahidroksi bifenol
SÇK	: Suda çözünebilir karbonhidrat
SDA	: Sodyum diasetat
TM	: Taze materyal
TMR	: Total mixed ration: Tam Yemleme
UYA	: Uçucu yağ asitleri
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan değerli danışman hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Aylin AĞMA OKUR'a, ilgisini ve önerilerini göstermekten kaçınmayan sayın Prof. Dr. Fisun KOÇ'a, Prof. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN'e sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca yardım, bilgi ve tecrübeleri ile bana sürekli destek olan Zootekni Bölümü'ndeki tüm hocalarıma teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca yardımını hiç esirgemeyen değerli arkadaşım Berrin OKUYUCU'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarım boyunca maddi manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme de sonsuz teşekkürler ederim.

Kerem GÖZLÜKLÜ

1. GİRİŞ

Hayvancılıkta en dikkat edilmesi gereken unsurlardan biri, hayvanın ihtiyaçlarını optimum düzeyde karşılayan rasyonların hazırlanmasıdır. Rasyon karması hazırlanırken, yeşil ve sulu yeme yıl boyunca duyulan ihtiyaç göz ardı edilmemelidir (Başaran ve ark. 2017). Fakat, yeşil yem ihtiyacının bütün sene boyunca doğadan karşılanması; coğrafi, iklim ve mevsim koşullarına bağlı olup, bu ihtiyaç yılda ortalama 150 gün kadar doğadan karşılanabilmektedir (Filya ve ark. 1997). Geriye kalan sürede bu ihtiyacın karşılanması için silaj en önemli kaynaklardan birini oluşturmaktadır. Silaj yapımında, en yaygın olarak kullanılan hammadde mısır bitkisidir (Filya ve Sucu 2003, Başaran ve ark. 2017).

Silaj üretimi, fermantasyonu ve tüketimi aşamalarında karşılaşılan en önemli sorun aerobik stabilite problemleridir (Filya ve ark. 2004). Dünyada ve Türkiye’de silaj yapımında en yaygın kullanılan önemli bir yem bitkisi olan mısırın aerobik bozulmaya karşı oldukça hassas olduğu bildirilmiştir (Ashbell ve ark. 2002, Kaya ve Polat 2010). Buna ilaveten, çevre sıcaklığının 30°C olması durumunda, mısır silajlarında yoğun bir aerobik bozulma görülebildiği de bildirilmiştir (Ashbell ve ark. 2002).

Silaj fermantasyonunda katkı maddeleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu amaçla çok sayıda kullanılan biyolojik ve kimyasal ürün bulunmaktadır. Söz konusu ürünlerin genel fonksiyonu hijyenik riskleri en aza indirmek, fermantasyon etkinliğini ve aerobik stabiliteyi geliştirmektir (Altınçekiç ve Filya, 2018).

Silaj fermantasyonunun son ürünlerinden olan asetik, propiyonik ve bütrik asit gibi kısa zincirli uçucu yağ asitleri silajdaki maya ve küf gelişimini engelleyerek silajlardaki aerobik bozulmayı önlemektedirler (McDonald ve ark. 1991). Bu noktadan hareketle, özellikle son yıllarda silajlarda bozulmaya neden olan mikroorganizmaların gelişimini ve çoğalmasını önleyerek silajların aerobik stabilitelerini arttırmak amacıyla organik asit temeline dayalı koruyucu özellikteki katkı maddeleri geliştirilmiştir (Filya ve ark. 2004).

Organik asitler ve tuzları yemlerde küf gelişimini önleme, yem ve yem hammaddelerinin depolama ömrünü uzatma, sindirim ve emilimine yardımcı olma gibi fonksiyonları gerçekleştiren yem katkı maddeleridir. Silajların organik asit yoluyla doğrudan asitleştirilmesi pH'da ani düşüğe ve istenmeyen bakterilerin büyümesi üzerindeki inhibe edici etkiye sahiptir ve bu da besin madde kaybının azalmasına neden olur. Organik asitlerin bu yararına karşın, keskin ve rahatsız edici bir kokusu olduğu da bilinmektedir. Bu nedenle alternatif silaj katkı maddeleri olarak organik asidin tuzları önerilmektedir. Bir asetat ve gıda

koruyucu olan sodyum diasetat (SDA); sodyum asetat ve asetik asit içerir. Sodyum diasetatın enterobakteri ve mayaların büyümesini engelleyici etkisi olduğu bildirilmiştir ve bu sebeple silajların yemleme dönemini uzatmak için antibakteriyel ajan olarak kullanılmaktadır (Yuan ve ark. 2017).

Sirke, fermantasyon süreci sonucunda elde edilen ve asetik asit içeren doğal bir ürün olup, tarih boyunca tıbbi ve tedavi amaçlı olarak antimikrobiyal etkilerinden dolayı kullanıldığı bilinmektedir (Anuar ve ark. 2016). Bu çalışmada yüksek nemli (%62) dane mısır silajının aerobik stabilitesi üzerine elma sirkesinin ve bir asetik asit türevi olan sodyum diasetatın etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Silaj ve Kalitesini Etkileyen Faktörler

Silajın üretiminin, uzun yıllara dayalı bir geçmişi olduğu ve Eski Mısır'da MÖ. 1500-1000 yıllarında, hayvan yemi olarak kullanılmak için bitkisel materyalin silaj yapıp saklandığı bildirilmiştir. Benzer şekilde Yunan ve Romalılarda da hava geçirmeyecek şekilde silaj yapıldığı yazılı kaynaklardan anlaşılmıştır (Alonso ve ark. 2013).

Mısır silajının kalitesini etkileyen unsurlardan biri hasat dönemidir. Hasat dönemi bitkinin kuru madde düzeyi, enerji içeriği ve sindirilebilirliğin bir göstergesidir. Mısır silajında, en önemli enerji kaynağı mısırın tanesidir ve mısır hamur olum döneminde en yüksek enerji içeriğine sahip olmaktadır. Tanenin endosperm kısmında proteinin %75 i, nişastanın ise %98 i bulunmaktadır. Bu duruma bağlı olarak, nişasta ile protein oranı arasında ters bir ilişki bulunduğu bildirilmiştir (Hill 1993, Başaran ve ark. 2017).

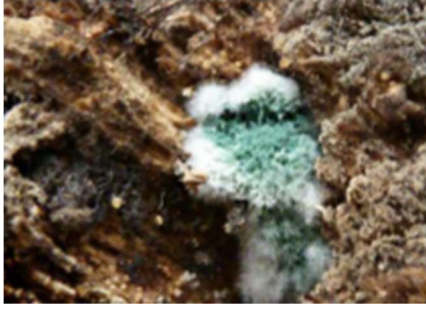
İyi bir silaj kalitesi elde etmek için; silo içerisinde asidik bir ortama, yüksek düzeyde laktik asit oluşumunu sağlayacak suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) kaynağının bulunmasına, protein düzeyine ve hammaddenin uygun miktarda kuru madde içermesine dikkat edilmelidir. Silolanacak bitkinin çok yüksek düzeyde nem içermesi, laktik asit fermantasyonunu olumsuz etkilemekte ve bütirik asit oluşumunu arttırmaktadır, bu da istenmeyen bir durumdur (Kılıç 1986, Filya 2000).

Silaj üretimi ve tüketimi esnasında karşılaşılan en önemli sorun aerobik bozulmadır. Silolanan materyal; yapım, fermantasyon ve stabil dönemde hiç havaya maruz kalmasa dahi, silajın tüketilebilmesi için açılmasıyla silo içerisine serbest hava girişi kaçınılmaz bir durumdur. Maya ve küf gibi ortamda bulunan ve silajda bozulmaya sebep olan aerobik mikroorganizmalar aktif hale geçerler, şeker ve fermantasyon ürünlerini tüketirler, bu sırada ısı açığa çıkmasına sebep olurlar. Silajın ısınması ile birlikte sindirilebilir enerji düzeyleri, protein ve selüloz sindirilebilirlikleri düşer ve besin kaybı meydana gelir (Filya ve ark. 2004).

Küf oluşumu ve mikotoksin kontaminasyonu silaj gibi depolanmış yemlerin en büyük risklerinden ve kaliteyi bozan faktörlerinden biridir. Silaj yapımında kullanılan yem hammaddeleri, sahada maya ve küfler doğal olarak bulunmaktadır, hasat, nakliye ve depolama süreçlerinden birinde veya birkaçında görülebilecek sıkıntılar sonucunda bozulma hızlı bir şekilde gerçekleşebilmektedir (Alonso ve ark. 2013, Kaya 2017). *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Fusarium spp.* gibi patojen küfler tarafından üretilen ve toksik etkileri olan metabolitlere

mikotoksin adı verilir. Mikotoksin bulaşmış gıdaları ve yemleri tüketen canlılarda oluşan hastalıklara ise mikotoksikozis denilmektedir (Kaya 2017).

Yemde küf oluşumu sonucunda, kuru madde ve besin madde kayıplarına, yemin lezzetinin düşmesine, dolayısıyla yem tüketiminde azalmaya ve hayvanların performansında olumsuz etkiler görülmesine, mikotoksinlerin hayvansal ürünlere geçmesine ve hayvanın ölümüne kadar gidebilecek sonuçlara sebep olabildikleri bildirilmiştir (Filya 2003, Alonso ve ark. 2013, Kaya 2017). Mikotoksinlerin oluşumunu önlemek için; silajların oksijenle temasını en aza indirmek ve pH düzeyini düşürmek gerekmektedir. Silajlardan saptanan ve yaygın olarak karşılaşılan küfler; *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium roqueforti*, *Monascus ruber* olarak bildirilmiştir (Alonso ve ark. 2013, Kaya 2017, Şekil 2.1.).



P. roqueforti



A. flavus



A. fumigatus



A. niger

Şekil 2.1. Silajlarda yaygın olarak karşılaşılan bazı küf türlerinden örnekler (Kaya 2017)

Silajlarda karşılaşılabilecek problemler, olası nedenleri ve çözüm önerilerinden Çizelge 2.1.'de bahsedilmiştir (Kaya 2017).

Çizelge 2.1. Silajda görülen problemler, nedenleri ve çözümleri (Kaya 2017)

Problem	Olası nedenler	Çözüm Önerileri
Yüksek silaj pH' sı	Yavaş fermentasyon; UYA'leri profiline bakılabilir. Maya gelişimi; kokusuz veya hafif alkol kokusu, UYA profili ve mikrobiyal analize bakılabilir. Basillus gelişimi; toprak kokusu, ısınma görülebilir.	Silajda ısınma yoksa çok çabuk tüketilmeli ve/veya TMR* yöntemi uygulanmalıdır. Eğer silajda bütirik asit yüksekse tüketim süresi (silajın yemlikte kalma süresi) kontrol edilmelidir. Silaj yapımındaki enerji kayıpları nedeniyle performans tehlikeye atılır, <u>Çözüm için:</u> hasat dönemi, doğrama uzunluğu, silonun dolun hızı/paketleme oranı ve iyi nitelikli silaj katkılarının kullanımı gibi toplam yönetim yaklaşımı uygulanmalıdır.
Silaj ısınıyor veya ısınmış	Başlıca nedeni; Maya gelişimi <i>Bacillus gelişimi</i> Acetobacter gelişimi nadiren görülmektedir (genellikle tahıl silajlarında)	Çabuk tüketim, iyi bir yüzey koruması ve TMR* yöntemi uygulanmalıdır.
Küflü silaj	Küfler tarladan bulaşabilirler ve silaj içerisindeki hava ile gelişirler. Silaj içerisine hava aşağıdaki nedenlerle girebilir; Zayıf örtü malzemesi nedeniyle (<i>topak haldeki küflenme</i>), Silo çukurunun doldurulmasındaki gecikmeler nedeniyle (<i>yağın sınırlarındaki küflenmeler</i>), Silo çukurunun iyi kapatılmaması (<i>silo yığı üst kısmı ve yanlardaki küflenme</i>), Günlük tüketimde örtünün uzun süre açık kalması (<i>silo çukurunun ön yüzünde küflenme</i>).	Herhangi bir şüphe varsa, küflü silajı atılmalı, <u>Çözüm için:</u> Silaj içindeki hava ile temas engellenmeli ve hava dışarı da tutulmalı. Yetiştirilen bitkilerde fungusitlerin kullanımına dikkat edilmeli, Silajlarda aerobik bozulmayı önleyici katkı maddesi kullanımı.
Çok düşük silaj pH' sı	Genellikle silajda bulunan laktobasillerin aktivitesinden kaynaklanır ve fermentasyonun yavaş bir şekilde başlaması sebebiyle ortaya çıkar. (Hızlı bir fermentasyon ise, doğal laktobasillerin gelişmesini önler).	Asidoz vb. hastalıkların oluşumunu önlemek için düşük pH lı silajlarla beslenen hayvanlara dikkat edilmelidir. <u>Çözüm için;</u> iyi bir yönetim (dolun hızı, ambalajlama vb.) ve homolaktik LAB içeren katkı maddesi kullanımı.
Yüksek amonyak düzeyi	Bazı laktik asit bakterileri (<i>Enterococcus / Streptococcus faecium</i>) proteinleri parçalar, bu nedenle iyi korunmuş bir silajda dahi, yüksek bir amonyak seviyesine neden olabilirler. Clostridia (güçlü dışkı kokusu) veya Enterobakterilerden kaynaklanabilir. Azotlu gübrelerin aşırı uygulanmasından da kaynaklanabilir (toplam ham protein oranı gerçekçi olamayacak kadar yüksektir).	Beslemede kullanılırken dikkatli olunmalı. Silaj bütirikse, rasyona dahil olma oranına dikkat edilmeli. Butirik değilse, oransal olarak Protein Olmayan Azot seviyesine dikkat edilmeli, <u>Çözüm için:</u> Gübre sorunu varsa, gübrelemeyi daha iyi yapınız. Sorun Clostridia ise, toprakla bulaşıklık önlenmeli (kül <8%), yeşil materyal daha yüksek KM (Kuru Madde) oranında hasat edilmeli (%30 KM) ve homolaktik LAB katkı maddesi olarak kullanılabilir.

*TMR: Total mixed ration, Tam Yemleme

2.2. Silaj Katkı Maddeleri

2.2.1. Sodyum diasetat

Asetik asit monokarboksilik bir asittir ve sirkenin ana bileşenidir. Asetik asidin saf asit ve sirke formunun koruyucu etkisi olduğu çok eski zamanlardan beridir bilinmektedir. Bugün sirke dışında saf asetik asit, sodyum diasetat, sodyum asetat, kalsiyum asetat ve potasyum asetat tuzları gıdalarda koruyucu katkı maddesi olarak kullanılmaktadır.

Sodyum diasetat, sodyum asetat ve asetik asitten elde edilen 1987 yılında FAO ve WHO tarafından onaylanmış antimikrobiyal maddedir. Koruyucu gıda katkı maddesidir. E numarası E262'dir. Beyaz, kristalimsi yapıda, asetik asit kokusuna sahiptir. Suda kolaylıkla çözünebilmektedir. Kimyasal formülü $C_4H_7NaO_4$ 'tür. Sodyum diasetat toksik ve kanserojen madde oluşturmadığından WHO tarafından güvenilir madde olarak nitelendirilebilmektedir. Sodyum diasetat küfler ve bakterilerin özellikle aflatoksinin oluşumunu önemli ölçüde engellemektedir. Sodyum diasetat hücre duvarından geçerek enzimleri etkisiz hale getirir ve proteini denatüre ederek antimikrobiyal etkisini göstermektedir. Sodyum diasetat silaj fermantasyonunda yardımcı olarak kullanılırken, silolanmış mısır, yonca, sorgum, yulaf ve otların kalitesini korur. Sodyum diasetat et ürünleri, mısır, fıstık, buğday ve baklagillerde antimikrobiyal madde olarak kullanılmaktadır. (Shen ve ark. 2003, Yang ve Han 2003).

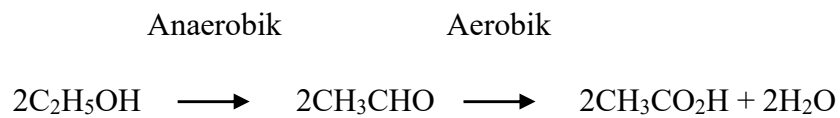
2.2.2. Sirke

Sirke, yaygın bir şekilde bulunabilen ve kullanılan bir gıda maddesidir. Fransızca "Vin aigre", "ekşi şarap" kelimesinden sirke, İngilizce olarak "vinegar" olarak kullanılmaktadır (Öztürk ve ark. 2009). Cider ve normal sirke olmak üzere iki çeşidi vardır. Cider sirkesi, meyve sularından üretilirken, normal sirke üzüm, elma gibi ham bitki materyalinden üretilmektedir. Sirke, birçok kültürde tat vermek ve korumak amacıyla gıdalarda kullanılmaktadır (Ho ve ark. 2017). Sirkenin ilk bilinen kullanımı 10 bin yıldan uzun zaman önceye dayanmaktadır. Milattan önce 6. Yüzyılda Babil' lilerin, sirke yaptığı ve sattığı bilinmektedir. Sirkenin sağlık amaçlı medikal kullanımından Eski Ahit ve Hipokrat'ta bahsedilmektedir. Hipokrat (460-377 İÖ), ülserlerin temizliğinde ve yaraların tedavisinde sirkeyi önermiştir. Asetik asitin ilk olarak tam analizi, Berzelios tarafından 1814'te yapılmıştır (Tan 2005, Ho ve ark. 2017).

Sirke, alkolden ve karbonhidrat kaynaklarının fermantasyonundan üretilen sıvı ürünlerdir (Tan 2005). Fermente olabilir glukoz içeren elma, üzüm, incir ve benzer birçok karbonhidrat bakımından zengin gıdalardan üretilebilir (Anuar ve ark. 2016). Birçok kültürde uzun yıllardır kullanılmakta ve düzenli tüketildiğinde sağlığa yararlı etkileri olduğu bildirilmektedir. Antimikrobiyal, antidiabetik, antioksidatif, antiobezite ve antihipertansiyon gibi yararlı etkilerinin, içerdikleri bazı polifenoller, mikroblesinler ve diğer biyoaktif maddelerden kaynaklandığı bildirilmiştir (Albornoz 2012, Kulkarni 2015). Dünyada birçok farklı türde sirke bulunmaktadır. Örneğin; üzüm sirkesi, pirinç sirkesi, beyaz şarap sirkesi, çilek sirkesi, balzamik sirke vb. birçok çeşidi bulunmaktadır. Tüm sirkeler; farklı hammaddelerden, maya türlerinden ve fermantasyon prosedürleri kullanılarak üretilip, kendilerine özgü tat ve aromalara sahip olmaktadır. Sirkelerin ana uçucu bileşigi asetik asittir. Asetik asit, sirkeye güçlü, keskin aroma ve tadını vermektedir. Diğer uçucu bileşikler ise, alkoller, asitler, esterler, aldehitler ve ketonlardır. Sirkelerin çeşitliliği ve üretim kolaylıkları sayesinde yaygın bir biçimde gıda koruma için de kullanılmasına neden olmaktadır (Kulkarni 2015, Ho ve ark. 2017).

TSE 1880 EN 13188 sirke standardına göre; “Tarım Kökenli sıvılar veya diğer maddelerden, iki aşamalı alkol ve asetik asit fermantasyonuyla, biyolojik yolla üretilen kendine özgü ürün” olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2003). Birçok farklı (Amerika, Avusturya, Avrupa Birliği, Malezya ve Kore gb.) ülke standartlarına göre sirke; etanol fermantasyonu sonucu en az %4, Hindistan da ise %3,75 asetik asit içermesi gerekmektedir (Tan 2005, Ho ve ark. 2017). Türkiyede piyasaya 100 gram’da en az 4 g asetik asit içerecek bileşim ile verilme zorunluluğu vardır (Aktan ve Yıldırım 2011).

Sirke üretimi, iki aşamalı bir bioprosesle gerçekleştirilir. Birinci aşamada; mayaların etkisiyle, fermente olabilir şekerler etanole dönüştürülür. İkinci aşamada ise; aerobik bir proses gerçekleşir ve asetik asit bakterileri birinci aşamada üretilen etanolden (C₂H₅OH) oksidasyon yoluyla, asetik asit (CH₃CO₂H) üretirler (Albornoz 2012).



Sirke, mikrobiyal gelişmeyi geciktirmek ve lezzet özelliklerini arttırmak amacıyla geleneksel bir gıda koruyucusu olarak kullanılmaktadır (Kulkarni 2015). Bunun dışında; salatlarda, soslarda, ketçap ve mayonez de sirke içermektedir.

2.2.2.1. Sirke üretiminde etkili mikroorganizmalar

a) Mayalar: Üretimin ilk aşaması olan alkol fermantasyon sürecinde etkilidirler. Fermantasyonun hızı, aroma ve tat üzerine etkileri vardır. 1500 ten fazla maya çeşidi bulunmakta, bunların sadece 15 tanesi şarap yapımı ile doğrudan ilişkilidir. Bunlar; *Brettanomyces*, *Dekkera*; *Candida*; *Cryptococcus*; *Debaryomyces*; *Hanseniaspora*, *Kloeckera*; *Kluyveromyces*; *Metschnikowia*; *Pichia*; *Rhodotorula*; *Saccharomyces*; *Saccharomycodes*; *Schizosaccharomyces*; ve *Zygosaccharomyces* şeklinde sıralanabilir. *Saccharomyces* türü, mayalama endüstrisinde en yaygın kullanılan mayadır (Albornoz 2012).

b) Asetik asit bakterileri (AAB): Asetik asit bakterileri, gram-negatif veya gram-değişken, elipsoidalardan daireye kadar değişen hücre şekillerine sahip, aerobiktirler, spor oluşturmazlar. 0,4-1µm genişlik ve 0,8-4,5 µm uzunlukta olabilirler. Katalaz pozitif, oksidaz negatiftirler. Optimum pH istekleri 5-6,5 arasında değişirken, 3-4 gibi daha düşük pH düzeylerinde de gelişebilirler. Büyümeleri için gerekli sıcaklıklar ise 25-30°C arasında değişmektedir. AAB lerinin sınıflandırılması henüz tam olarak kesinleşmemiştir (Tan 2005, Yucel Sengun ve Karabiyikli 2011). Asetik asit bakterileri, *Proteobacteria* nın alfa sınıfında yer alan 13 cinsten (*Acetobacter*, *Gluconobacter*, *Acidomonas*, *Gluconacetabacter*, *Asaia*, *Kozakia*, *Swaminathania*, *Saccharibacter*, *Neosaia*, *Graamulibacter*, *Tanticharoneia*, *Ameyamaea* ve *Neokomagataea*) oluşan *Acetobacteraceae* ailesinde sınıflandırılır. *Acetobacter* (20 adet), *Gluconacetobacter* (17 adet) ve *Gluconobacter* (13 adet) en çok türe sahip olan cinslerdir (Albornoz 2012, Çizelge 2.2, Şekil 2.2.).



Şekil 2.2. *Acetobacter aceti* bakterisinin görüntüsü (Anonim 2019)

Çizelge 2.2. Asetik asit bakterilerinin (AAB) sınıflandırılması (Albornoz 2012)

Cins	Türler		
<i>Acetobacter</i> (20 tür)	<i>A. aceti</i>	<i>A. nialorum</i>	<i>A. peroxydans</i>
	<i>A. cerevisiae</i>	<i>A. nitrogenifigens</i>	<i>A. syzygii</i>
	<i>A. cibirongensis</i>	<i>A. oeni</i>	<i>A. fabarum</i>
	<i>A. estunensis</i>	<i>A. orientalis</i>	<i>A. ghanaensis</i>
	<i>A. indonesiensis</i>	<i>A. orleanensis</i>	<i>A. senegalensis</i>
	<i>A. lovaniensis</i>	<i>A. pasteurianus</i>	<i>A. farinalis</i>
	<i>A. pomorum</i>	<i>A. tropicalis</i>	
<i>Gluconobacter</i>	<i>G. albidus</i>	<i>G. oxidans</i>	<i>G. kanchanaburiensis</i>
	<i>G. cerinus</i>	<i>G. roseus</i>	<i>G. uchimurae</i>
	<i>G. frateurii</i>	<i>G. sphaericus</i>	<i>G. nephelii</i>
	<i>G. japonicus</i>	<i>G. thailandicus</i>	
	<i>G. kondonii</i>	<i>G. wancherniae</i>	
<i>Gluconacetobacter</i>	<i>Ga. azotocaptans</i>	<i>Ga. entanii</i>	<i>Ga. rhaeticus</i>
	<i>Ga. diazotrophicus</i>	<i>Ga. europaeus</i>	<i>Ga. saccharivorans</i>
	<i>Ga. sacchari</i>	<i>Ga. hansenii</i>	<i>Ga. swingsii</i>
	<i>Ga. johanna</i>	<i>Ga. sucrofermentans</i>	<i>Ga. nataicola</i>
	<i>Ga. liquefaciens</i>	<i>Ga. intermedius</i>	<i>Ga. oboediens</i>
	<i>Ga. xylinus</i>	<i>Ga. kombuchae</i>	
<i>Asaia</i>	<i>As. bogorensis</i>	<i>As. siamensis</i>	<i>Az. krungthrpensis</i>
	<i>As. lannensis</i>	<i>As. spathodeae</i>	
<i>Neokomagataea</i>	<i>Nk. thailandica</i>	<i>Nk. tanensis</i>	
<i>Acidomonas</i>	<i>Ac. methanolica</i>		
<i>Neoasaia</i>	<i>N. chiangmaiensis</i>		
<i>Swaminathania</i>	<i>Sw. salitolerans</i>		
<i>Kozakia</i>	<i>Kz. baliensis</i>		
<i>Granulibacter</i>	<i>Gr. bethesdensis</i>		
<i>Saccharibacter</i>	<i>S. floricola</i>		
<i>Tanticharoenia</i>	<i>T. sakaeratensis</i>		
<i>Ameyamae a</i>	<i>Am. chiangmaiensis</i>		

2.2.2.2. Sirke üretimini etkileyen faktörler

1. Maya çeşitleri; farklı maya türleri kullanımı ile son ürün olan sirkenin uçucu bileşikler, aroma, alkol ve asetik asit içerikleri gibi özelliklerini değiştirdiği bildirilmiştir. Örneğin; 18°C sıcaklıkta *Saccharomyces cerevisiae r. bayanus* türünün, *S. cerevisiae r. cerevisiae* den daha yüksek miktarda asetik asit ürettiği ortaya konmuştur (Ho ve ark. 2017).
2. pH; Asetik asit bakterilerinin gelişimi için optimum pH koşullarının 5,5-6,3 arasında değiştiği bildirilmiştir. Bununla birlikte pH 3 te halen yaşayabilen suşların varlığından da söz edilmiştir (Ho ve ark. 2017).

3. Sıcaklık; asetik asit bakterileri için optimum sıcaklık 25-30°C arasında olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte 10°C de hala aktif olup, daha yavaş bir büyüme gösterdikleri görülmüştür (Ho ve ark. 2017).
4. Üretim Metotları; farklı üretim metotlarına göre elde edilen sirkenin kalitesi değişmektedir. Örneğin; Orleans metodu ile en uzun sürede sirke üretimi gerçekleşmekte iken, substratlar tamamen kullanılıp, etanol ve asetik asit içeriği en yüksek şekilde sirke üretilebildiği bildirilmiştir (Ho ve ark. 2017).

2.2.2.3 Elma sirkesinin özellikleri

Standart üretimle elde edilen elma sirkesinin genel kalite özellikleri Çizelge 2.3' de verilmiştir (Dabija ve Hatnean 2014).

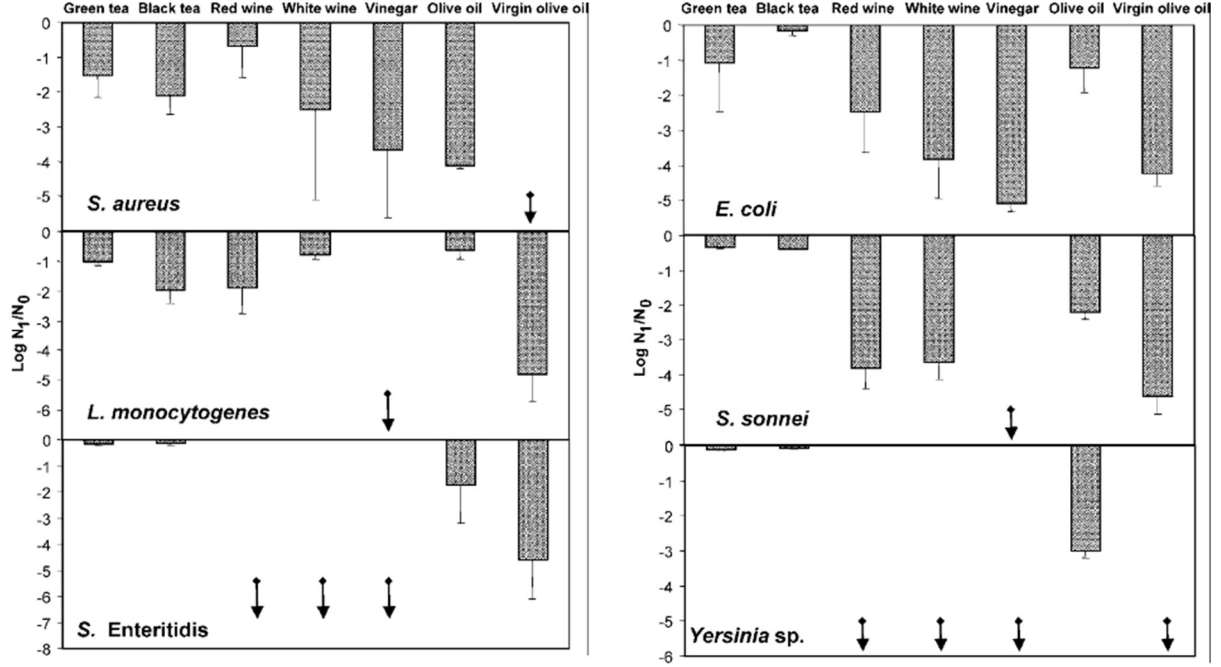
Çizelge 2.3. Elma sirkesinin kalite özellikleri (Dabija ve Hatnean 2014)

Özellikler	Elma sirkesi
Densite, kg/m ³	1013-1024
Ekstrakt, g/L	19-35
Kül, g/L	2-4,5
Toplam asidite, % asetik asit	3,9-9
Uçucu olmayan asitler, % asetik asit	0,1-0,55
Glusitler (karbohidratlar), g/L	1,5-7
Malik asit, g/L	0,47-0,80
Renk	Sarı
Tat	spesifik

2.2.2.4. Sirkenin bakterisidal etkisi

Medina ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada şarap, çay, zeytinyağı ve sirkenin gıda kaynaklı patojenler üzerine olan bakterisidal aktivitelerini test etmişlerdir. Çalışmada sirke (%5 asetik asit, pH 2,9) en yüksek bakterisidal etkiye sahip bulunmuştur. *L. monocytogenes*, *Salmonella enteritidis*, *S. sonnei*, ve *Yersinia sp.* türlerini saptanamayacak düzeye düşürmüş ve *E. coli*, *S. Aureus* hücrelerinin ise çoğunu öldürmüştür (Şekil 2.2). Sirkenin, kuvvetli

bakterisidal etkisinin sebebinin yüksek asetik asit içeriği olduğu bildirilmiştir (Entani ve ark. 1998, Medina ve ark. 2007).



Şekil 2.3. Şarap, Sirke, Çay ve Zeytin yağının gıda kaynaklı bazı patojen mikroorganizmalar üzerindeki etkisi (N_0 = inokule edilen her bir ml deki kob; N_1 = 5 dakikalık maruz kalma sonrası ml deki kob; Ok işaretleri= yaşayan mikroorganizma sayısının saptanabilir düzeyin altında olduğu anlamına gelmektedir) (Medina ve ark. 2007)

Gıda kaynaklı tüm patojen bakterilere karşı (*Escherichia coli* O157:57 dahil) sirkenin antibakteriyel özelliği araştırılmış ve sirkede bulunan asetik asidin (%0,1 oranında konsantrasyonunda) tüm türlerin gelişimini engellediği tespit edilmiştir (Entani ve ark. 1998).

Ozturk ve ark. 2015 yılında yaptıkları çalışmada, Türkiye’de üretilen geleneksel ve endüstriyel sirke türlerinin pH, toplam asidite değerlerini, antimikrobiyal aktivitelerini ortaya koymuşlardır (Çizelge 2.4). Çalışmada endüstriyel olarak üretilen sirkelerin geleneksel üretilenlerden daha yüksek antimikrobiyal aktivitesi olduğunu saptamışlardır.

Çizelge 2.4. Geleneksel ve endüstriyel sirkelerin, pH, Toplam asidite (%) değerleri ve bazı patojenler üzerindeki antimikrobiyal aktiviteleri (inhibisyon alanı, mm) (Ozturk ve ark. 2015)

Örnek	Şehir	Hammadde	pH	Toplam asitlik	<i>E. coli</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>S. typhimurium</i>	<i>Y. enterocolitica</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. cereus</i>	<i>E. coli</i> 0157:H7	<i>K. pneumoniae</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>P. vulgaris</i>
GG1	Tokat	Üzüm	3,90	1,74	-	-	-	8,11	-	10,66	-	8,96	-	-
GG2	Tokat	Üzüm	3,10	5,72	11,24	30,71	11,96	17,94	10,85	16,52	11,69	15,91	13,86	14,52
GG3	Nevşehir	Üzüm	3,40	2,94	-	14,59	10,28	12,41	-	13,01	7,56	15,55	14,71	7,25
GG4	Kilis	Üzüm	3,72	1,42	-	-	8,21	-	-	12,40	-	-	8,27	-
GG5	Kilis	Üzüm	3,68	0,32	-	-	-	-	-	11,63	-	-	-	-
GG6	Adıyaman	Üzüm	3,40	1,46	-	-	-	-	-	7,37	-	-	-	-
GG7	Şanlıurfa	Üzüm	3,64	0,56	8,98	10,18	7,21	8,03	-	13,25	-	12,50	-	-
GG8	Bursa	Üzüm	2,86	3,00	-	-	-	9,08	9,01	13,68	-	7,46	8,03	9,14
GG9	Niğde	Üzüm	3,27	2,40	8,61	17,67	10,31	9,91	-	18,18	8,51	11,24	8,76	-
GG10	Zonguldak	Üzüm	2,70	4,30	10,75	25,84	11,41	10,42	-	20,12	7,99	15,16	9,99	8,32
GA1	Tokat	Elma	3,02	7,20	-	-	-	18,08	20,12	23,56	15,16	20,80	13,73	10,29
GA2	Tokat	Elma	3,50	1,38	-	-	-	-	-	11,25	-	-	7,28	-
GA3	Kayseri	Elma	3,44	1,66	-	-	-	9,14	-	7,74	-	-	10,43	-
GA4	Bursa	Elma	3,48	0,66	-	-	-	-	-	10,96	-	-	-	-
GA5	Niğde	Elma	3,56	1,32	-	-	-	6,83	-	10,19	-	-	6,88	-
GA6	Zonguldak	Elma	2,71	4,28	8,54	17,68	9,54	10,70	7,64	14,46	10,40	11,72	10,43	7,12
GAR1	Niğde	Enginar	3,79	1,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GP1	Niğde	Nar	3,69	1,04	-	-	-	-	-	10,45	-	-	-	-
GAL1	Niğde	Elma-Limon	3,64	1,36	-	-	-	-	-	11,30	-	-	6,18	-
GH1	Niğde	Alıç	3,76	0,82	-	-	-	-	-	9,06	-	-	-	-
EG1	-	Üzüm	2,93	5,68	8,20	17,73	7,86	14,66	8,41	14,50	7,83	11,22	11,15	9,05
EA1	-	Elma	3,10	4,40	9,14	17,51	8,88	12,94	9,34	15,27	8,42	10,21	10,31	8,46
EL1	-	Limon	2,63	4,34	8,31	16,74	8,12	13,60	11,31	16,80	10,26	7,81	9,89	8,66
ES1	-	Vişne	3,05	5,50	7,78	18,05	10,13	9,02	13,82	14,78	7,81	7,97	12,62	8,56
EP1	-	Nar	2,88	3,38	7,85	15,62	9,08	11,38	10,36	17,37	8,88	6,90	10,06	9,03

G: Geleneksel ev yapımı sirke örnekleri,

E: endüstriyel sirke örnekleri,

Toplam asitlik: % (asetik asit),

-: tespit edilememiştir,

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Yem Materyali

Çalışmanın materyalini yaklaşık 120 gün süre ile plastik sosis siloda depolanmış nem içeriği %62 olan danesi kırılmış halde fermente mısır oluşturmuştur. Fermantasyon süresi sonunda açılan silajlardan yaklaşık 40 kg'lık örnek laboratuvar ortamına getirilerek taze materyal analizi için örnek alınmıştır. Daha sonra materyal 2 muamele grubuna bölünmüştür. Araştırma grupları; yüksek nemli dane mısır silajına farklı oranlarda elma sirkesi(ES) (%0; 0,5 ve 1) ve sodyum diasetat(SDA) (%0; 0,5 ve 1) ilavesinden oluşmaktadır. Kontrol gruplarına, 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 depolanmış ve aerobik stabilite testine tabi tutulmuşlardır. A T200 IR marka termal kamera ile fermente nemli mısır örneklerinde her muamele grubundan 2 tekerrürlü olmak üzere görüntüleme yapılarak değerlendirme sonuçları kaydedilmiştir. Daha sonra elde edilen veriler ThermaCAM software programında değerlendirilmiştir.

3.2. Laboratuvar Analizleri

Silaj örnekleri, aerobik stabilitenin 0., 2., 4., 7. ve 12. günlerinde örnekler üzerinde pH, kuru madde (KM), laktik asit (LA), suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK), amonyağa bağlı nitrojen (NH₃-N), LAB, maya ve küf sayımları gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. pH analizi

Açım sonrası 0., 2., 4., 7. ve 12. günlerde örneklerin pH ölçümleri için; 50şer gram tartılmış, ardından 125 ml saf su ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 1 saat süre ile zaman zaman karıştırılmıştır. Daha sonra, örnekler süzölmüş ve elde edilen süzükte pH metre aracılığı ile okuma gerçekleştirilmiştir (Anonim 1986).

3.2.2. Kuru madde (KM) analizi

Kuru madde kapları, 2 saat 105 °C kurutma dolabında bekletilerek içindeki nemi uçurulmuş, ardından desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulmuş, hassas terazide darası alınıp (D) 1g silaj (A) materyali tartılmıştır (A1). Daha sonra kuru madde kaplarının ağzı tam olarak kapatılmadan, yarım açık şekilde 105 °C’de bir gece kuru madde dolabında bekletilmiştir. Desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulan kapların, tartımı yapılmıştır (A2). Aşağıda verilen formüller (Formül 3.1, Formül 3.2) kullanılarak, yem materyalinin yüzde kuru madde içeriği bulunmuştur (AOAC 1990).

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

$$\%Nem = [(A1- D) - (A2 - D)] / A*100 \quad (3.2.)$$

3.2.3. Suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) analizi

Başlangıç ve aerobik stabilite takibinde silaj örneklerinde SÇK analizi Anonim (1986)’a göre yapılmıştır. Analize tabi tutulacak örnek 102 °C sıcaklıkta 2 saat süre ile kurutulmuştur. Kurutulup, öğütülmüş 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 süzülerek 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.

3.2.4. Amonyâğa bağlı nitrojen (NH₃-N) analizi

Denemede NH₃-N analiz metodu olarak, Anonim (1986) kullanılmıştır. 0, 2., 4., 7. ve 12. günlerde elde edilen örneklerde NH₃-N tespiti için 20 g’lık taze örnek üzerine 100 ml saf su ilave edilerek çalkalama makinesinde 1 saat süre ile çalkalanmıştır. Daha sonra süzülerek elde edilen ekstrakte mikro distilasyon metodu aracılığı ile söz konusu parametre saptanmıştır.

3.2.5. 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 CuSO₄/100 ml saf su) ile 6 ml %98'lik sülfürik asit ilave edilmiştir. Hazırlanan tüpler 30 saniye vortekste karıştırıldıktan sonra, 5 dakika soğuk banyoda tutularak soğumaya bırakılmıştır. Bu süre sonunda tüplere 0,1 ml parahidroksi bifenol (%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.

i) 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.

ii) Hesaplama

Standart eğriden, örneklerin $\mu\text{g/ml}$ ' leri okunarak saptanmıştır. Elde edilen örneklerin KM miktarlarına bölünmüş ve silajların % KM'de % LA içerikleri saptanmıştır.

3.2.6. Mikrobiyolojik analizler

Çalışmada LAB, maya ve küf yoğunluklarının saptanması için, 10 g'lık silaj örnekleri peptonlu su aracılığı ile 2 dakikadan az olmamak koşulu ile karıştırılmıştır. Elde edilen stok materyalden logaritmik seride dilüsyonlar hazırlanarak, ekim yapılmıştır. Laktik asit bakterileri için besi ortamı olarak MRS Agar, maya ve küfler için Malt Ekstrakt Agar kullanılmıştır. Ekim yapılan petri kapları; LAB gelişmesi için 30°C sıcaklıkta 3 gün, maya ve küf gelişimleri için ise 30°C ' de 5 gün süreyle inkübatöre koyulmuş ve ardından sayımlar yapılmıştır (Seal ve ark. 1990). LAB, maya ve küf sayıları logaritma 10 tabanında koliform üniteye (kob/g) çevrilmiştir.

3.3. İstatistik Analiz

Araştırma, $2 \times 2 \times 3$ faktöriyel deneme desenine göre planlanmıştır. Muamele ve sıcaklığın etkilerini ortaya koymak için, veriler varyans analiz tekniğine göre değerlendirilmiş, gruplar arasındaki farklılığın önemli bulunması durumunda Duncan testi uygulanmıştır (Statistica 1999).

Araştırma aşağıdaki istatistiksel modele göre yürütülmüştür (Formül 3.3.);

$$Y_{ijk} = \mu + K_i + S_j + D_k + (KS)_{ij} + (KD)_{ik} + (SD)_{jk} + (KSD)_{ijk} + e_{ijkl} \quad (3.3)$$

Y_{ijk} : i. Katkı maddesi, j. Depolama sıcaklığı, k. İlave düzeyine göre gözlem değeri

μ : Populasyon ortalaması

K_i : i. Katkı maddesinin etkisi

S_j : j. Depolama sıcaklığının etkisi

D_k : k. İlave düzeyinin etkisi

$(KS)_{ij}$: Katkı maddesi x Depolama sıcaklığının interaksiyon etkisi

$(KD)_{ik}$: Katkı maddesi x İlave düzeyinin interaksiyon etkisi

$(SD)_{jk}$: Depolama sıcaklığı x İlave düzeyinin interaksiyon etkisi

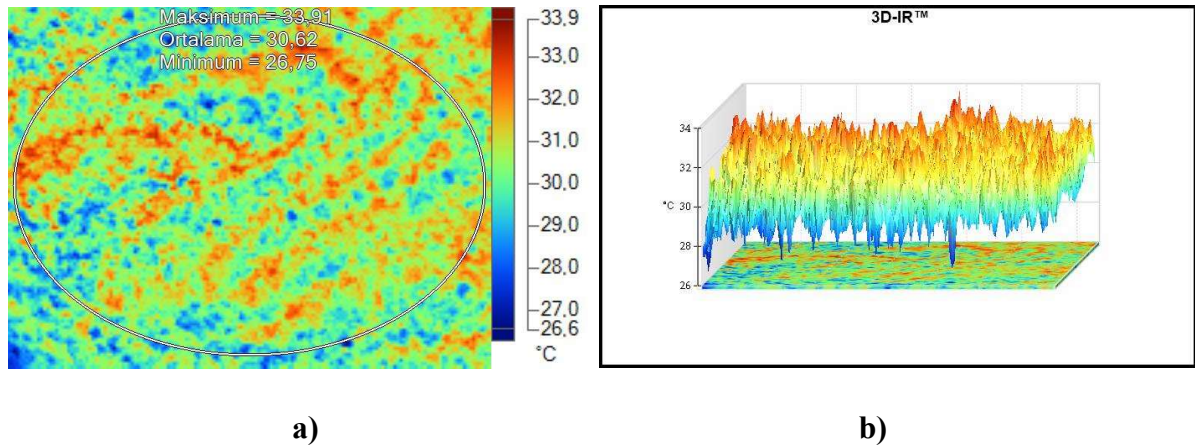
$(KSD)_{ijk}$: Katkı maddesi x Depolama sıcaklığı x İlave düzeyinin interaksiyon etkisi

e_{ijkl} : Hata

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çizelge 4.1'de fermente mısır silajının başlangıç materyaline ilişkin analiz sonuçları verilmiştir. Başlangıç materyaline ilişkin değerler sırası ile pH, KM, NH₃-N, LA, SÇK, LAB ve maya içerikleri 3,90, 61,86 %TM, 1,29 g/kg KM, 92,65 g/kg KM, 11,32 g/kg KM, 2,71 kob/g KM, 2,72 kob/g KM olarak saptanmıştır. Başlangıç materyallerinde küf tespit edilmemiştir.

Aerobik stabilitenin 0.gününde yapılan termal kamera çekimleri sonucunda arka plan sıcaklığı 22°C iken, fermente mısır silajının ortalama sıcaklık 30,62°C olarak saptanmıştır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. a) Fermente mısır silajının 0. gün termal kamera görüntüsü, **b)** Fermente mısır silajının 0. gün termal kamera görüntüsünün grafiği

Demirel ve ark. (2001), silaj yapılacak hammaddenin KM düzeyinin artışı ile pH arasında ters bir ilişki bulunduğunu belirtmişlerdir. Demirel ve ark. (2001) yürüttükleri çalışmada süt olum devresinde biçilen mısır silajının (%23,48 KM) pH değeri 4,15 olarak saptamışlardır. Çalışmada ise, yüksek nemli dane mısırdan yapılan silajın açıldıktan sonra ölçülen pH'sı (3,9) düşük bulunmuştur. Bu sonuçlar Demirel ve ark. (2001) belirttikleri ile uyumlu sonuç olarak değerlendirilebilir.

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

Parametreler	Miktar
pH	3,90
KM, % TM	62,02
NH ₃ -N g/kg KM	1,29
LA, g/kg KM	92,00
SÇK, g/kg KM	11,42
LAB, kob/g KM	2,71
Maya, kob/g KM	2,72
Küf, kob/g KM	0

KM: Kuru madde, TM: Taze materyal, NH₃-N: Amonyaga bağlı nitrojen, LA: Laktik asit, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat LAB. Laktik asit bakterisi, kob: koloni oluşturan birim

4.1. Araştırmanın İkinci Gününde Elde Edilen Bulgular

Yüksek nemli fermente mısır silajının, aerobik stabilitenin ikinci gününe ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.2' de ortaya konmuştur. Sirke ilave edilen grup tüm gruplarda ve SDA ilavesinin kontrol grubunda pH değerleri istatistiki olarak en düşük olarak saptanmıştır ($P<0,01$). En yüksek pH değeri ise 4,2 ile %1 SDA ilave edilen grupta tespit edilmiştir ($P<0,01$). Katkı maddesi, doz (%), ortam sıcaklığı ve interaksiyonların pH üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

KM düzeylerinde en yüksek değer sirkenin inkübatör kontrol grubunda gözlenirken, en düşük ise SDA' nın inkübatör kontrol grubunda saptanmıştır ($P<0,01$). Amonyaga bağlı nitrojen analiz sonuçlarında en yüksek değer (1,687g/kg KM) SDA' nın inkübatör koşullarındaki kontrol grubunda, en düşük (1,263 g/kg KM) ile %0,5 sirke ilave edilip, oda depolanan silajlarda görülmüştür. LA değerinde de benzer şekilde en yüksek değer (14,69 g/kg KM) SDA' nın inkübatör koşullarındaki kontrol grubunda saptanmıştır ($P<0,01$). Bununla birlikte, 8,81 ile en düşük değer %1 sirke ilave edilip oda depolanan silajlarda görülmüştür ($P<0,01$). Suda çözünen karbonhidrat (SÇK) analiz sonuçları incelendiğinde, sirke ve SDA ilavesi yapılmayan kontrol grubunun oda sıcaklığında depolanan silaj örneklerinde en düşük değerler saptanırken (sırasıyla 9,87g/kg KM ve 10,61 g/kg KM), en yüksek değer ise 20,75 ile %1 SDA ilavesi yapılan inkübatör koşullarında depolanan silaj örneklerinde bulunmuştur. SÇK sonuçları arasındaki farklılıklarda; doz, ortam ve interaksiyonların tümü istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,001$).

Yüksek nemli fermente mısır silajı örneklerindeki mikrobiyolojik sonuçlar Çizelge 4.2’de ortaya konmuştur. LAB sayım sonuçlarında en düşük değer %0,5 SDA ilavesi yapıp inkübatörde depolanan gruplarda, en yüksek değer ise %1 sirke ilave edilip oda sıcaklığında depolanan gruplarda görülmüştür. Genel olarak inkübatörde (36-37°C) depolanan silaj örneklerinde LAB sayılarında önemli azalmalar gözlenmiştir. Bunun sebebi olarak, sıcaklık ve beraberinde nem değerlerindeki azalmalar gösterilebilir. Maya sayım sonuçlarında ise silajlara %0 ve 1 sirke ve %1 SDA ilave edilen oda sıcaklığında depolanan gruplarda 0 olarak tespit edilmiştir (P<0,001). Küf sayım sonuçları incelendiğinde ise; en yüksek değer 3,31 log₁₀ kob/g ile SDA kontrol grubunun odada depolanan fermente mısır silajlarında, en düşük değer ise 2,22 log₁₀ kob/g ile 0,5 sirke ilave edilen ve oda koşullarında depolananlarda saptanmıştır (P<0,001).

Çizelge 4.2. Aerobik stabilitenin ikinci gününde katkı maddelerinin yüksek nemli mısır silajları üzerine etkileri

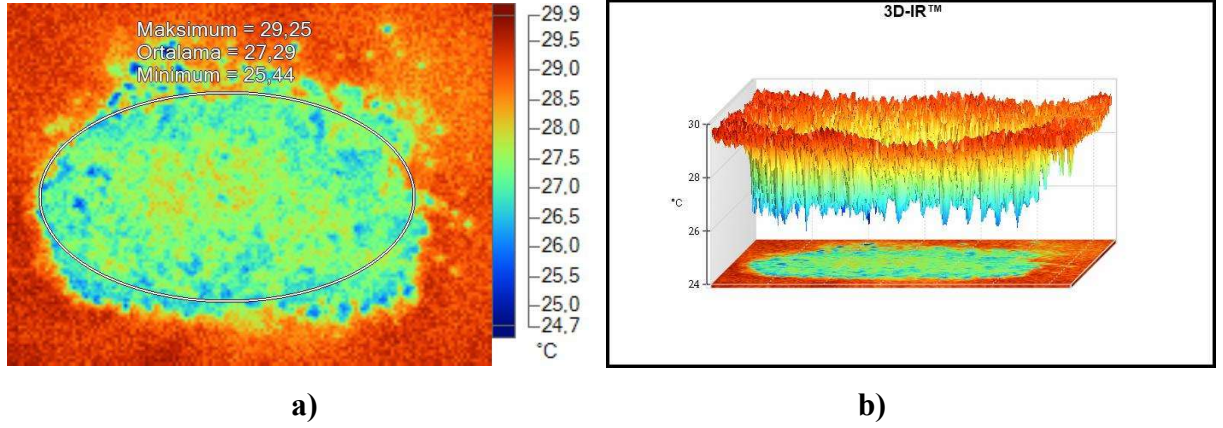
Katkı maddesi	Doz %	Depolama sıcaklığı*	pH	KM, %	NH ₃ -N, g/kg KM	LA, g/kg KM	SÇK, g/kg KM	LAB, log ₁₀ kob/g	Maya, log ₁₀ kob/g	Küf, log ₁₀ kob/g
Sirke	0	Oda	3,850 c	59,550 b	1,577 ab	9,760 defg	9,870 g	4,303 bc	0,000 g	2,527 f
		İnkübatör	3,900 c	63,890 a	1,380 cde	13,600 ab	19,857 b	2,933 e	4,517 e	2,847 de
	0,5	Oda	3,900 c	60,550 b	1,263 e	9,470 efg	17,440 de	4,533 ab	4,660 d	2,220 h
		İnkübatör	3,900 c	60,310 b	1,520 abc	11,473 bcdef	15,370 f	3,180 e	4,467 e	3,093 b
	1,0	Oda	3,900 c	61,233 b	1,570 ab	8,810 g	19,613 bc	4,610 a	0,000 g	2,363 g
		İnkübatör	3,900 c	59,913 b	1,613 ab	11,790 bcde	18,043 d	4,053 cd	4,250 f	2,823 e
Sodyum diasetat	0	Oda	3,850 c	60,140 b	1,330 de	9,280 fg	10,610 g	4,407 ab	4,830 c	2,993 bcd
		İnkübatör	3,900 c	58,760 c	1,687 a	14,690 a	17,530 d	2,920 e	4,780 c	3,310 a
	0,5	Oda	4,007 b	60,673 b	1,470 bcd	10,753 cdefg	18,977 c	4,460 ab	4,777 c	3,030 bc
		İnkübatör	4,010 b	59,240 b	1,447 bcd	12,287 bc	16,667 e	2,227 f	4,903 b	2,890 cde
	1,0	Oda	4,007 b	59,587 b	1,390 cde	12,047 bcd	15,420 f	3,933 d	0,000 g	3,000 bcd
		İnkübatör	4,200 a	59,870 b	1,540 abc	9,560 efg	20,750 a	3,050 e	5,070 a	2,913 cde
Standart hataların ortalaması			0,017	0,260	0,024	0,347	0,561	0,133	0,345	0,052
P değerleri										
Katkı maddesi			0,000	0,003	0,749	0,157	0,801	0,000	0,000	0,000
Doz			0,000	0,568	0,036	0,062	0,000	0,000	0,000	0,001
Ortam			0,000	0,910	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Katkı maddesi x Doz			0,000	0,125	0,041	0,762	0,000	0,000	0,000	0,073
Katkı Maddesi x Ortam			0,011	0,023	0,052	0,099	0,001	0,000	0,000	0,000
Doz x Ortam			0,012	0,032	0,890	0,001	0,000	0,000	0,000	0,037
Katkı maddesi x Doz x Ortam			0,003	0,002	0,000	0,007	0,000	0,021	0,000	0,000

*Depolama Sıcaklıkları; Oda= 25-26°C ve İnkübatör=36-37°C

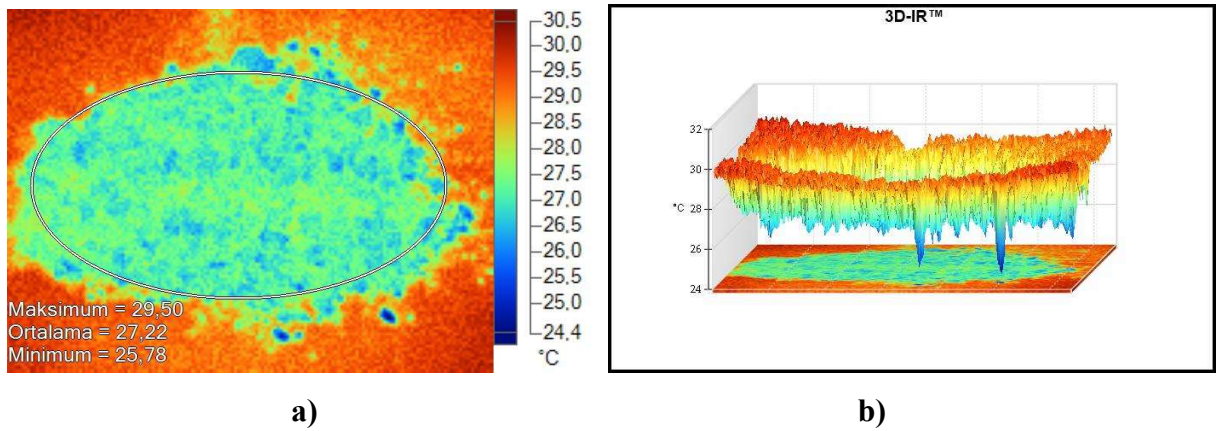
a-h: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak önemlidir (P<0,05).

4.1.1. Oda koşullarında depolanan silajların ikinci gün termal kamera görüntüleri

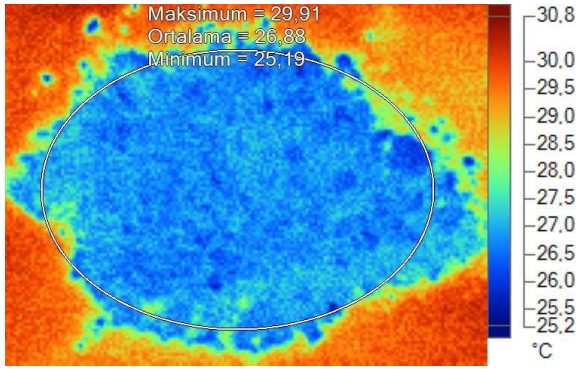
Oda koşullarında bekletilen fermente mısır silajının, aerobik stabilitenin 2. gününde çekilen termal kamera görüntüleri ve grafikleri aşağıdaki gibidir (Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7);



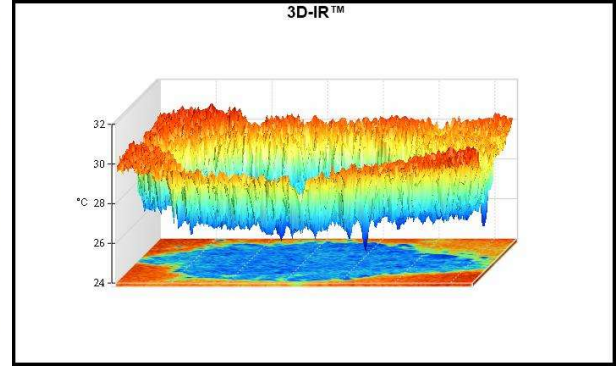
Şekil 4.2. a) Kontrol grubunun (SDA 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği



Şekil 4.3. a) %0,5 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

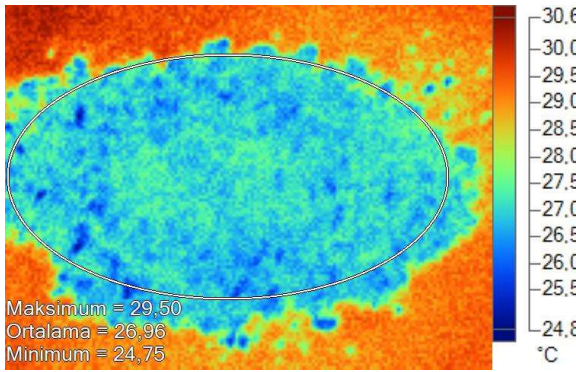


a)

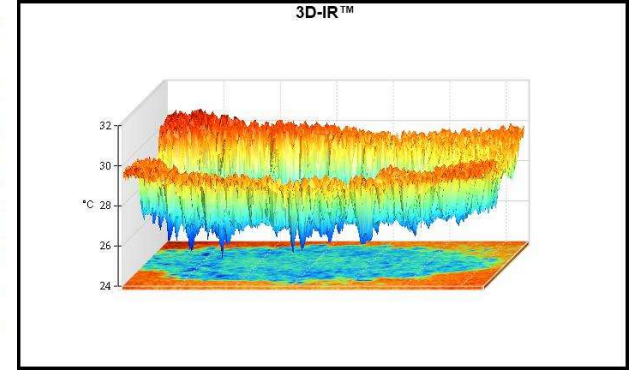


b)

Şekil 4.4. a) %1 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

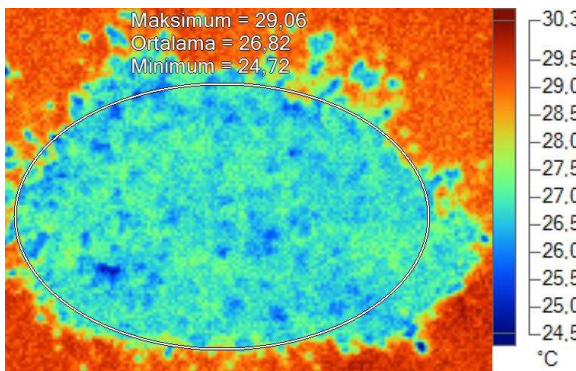


a)

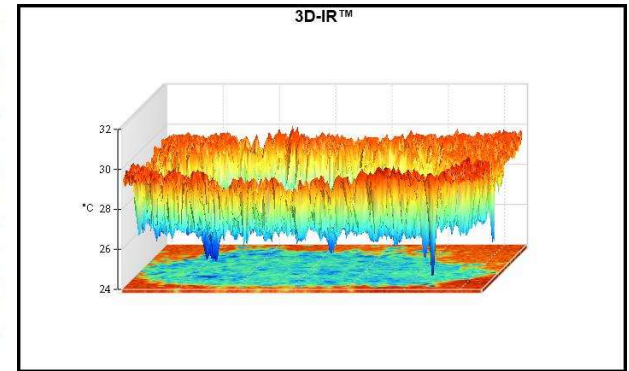


b)

Şekil 4.5. a) Kontrol grubunun (ES 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

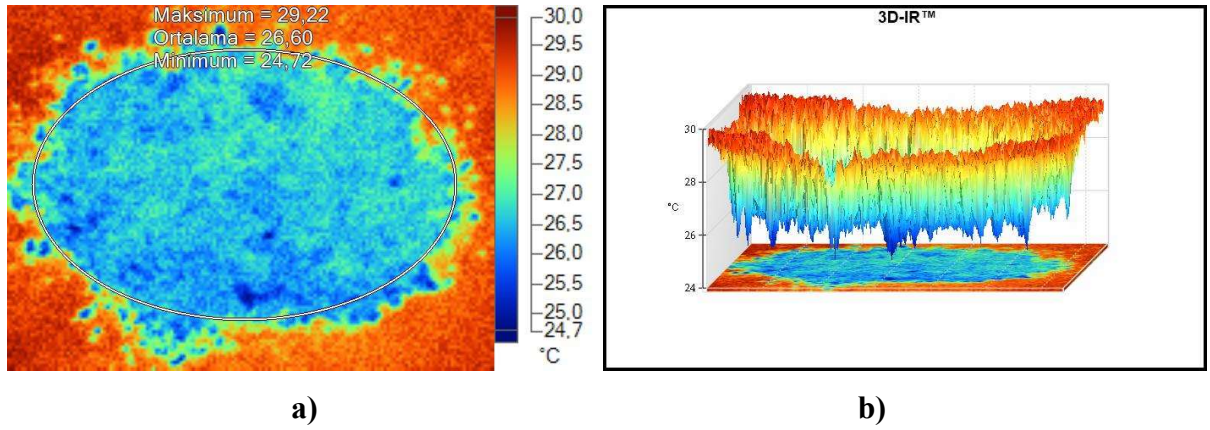


a)



b)

Şekil 4.6. a) %0,5 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

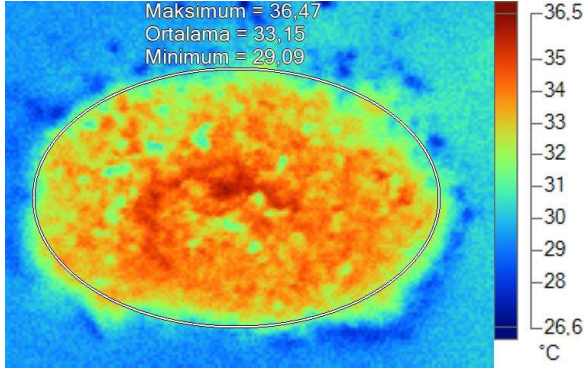


Şekil 4.7. a) %1 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

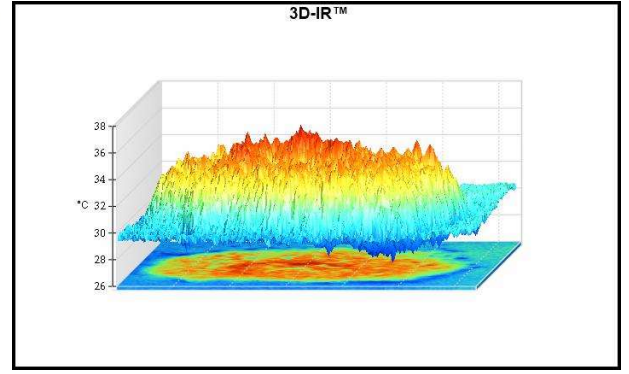
4.1.2. İnkübatör koşullarında depolanan silajların ikinci gün termal kamera görüntüleri

İnkübatörde (36-37°C) bekletilen fermente mısır silajının, aerobik stabilitenin 2. gününde çekilen termal kamera görüntüleri ve grafikleri aşağıdaki gibi gözlenmiştir (Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12, Şekil 4.13).

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. 2018).

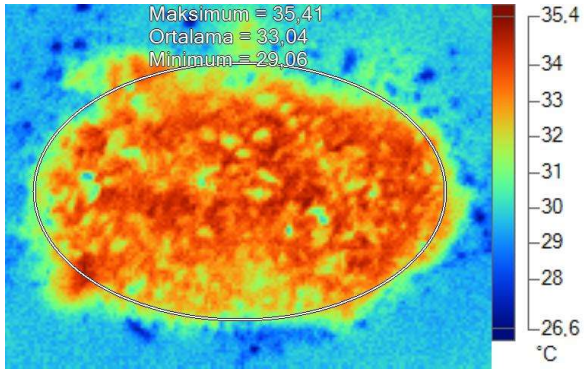


a)

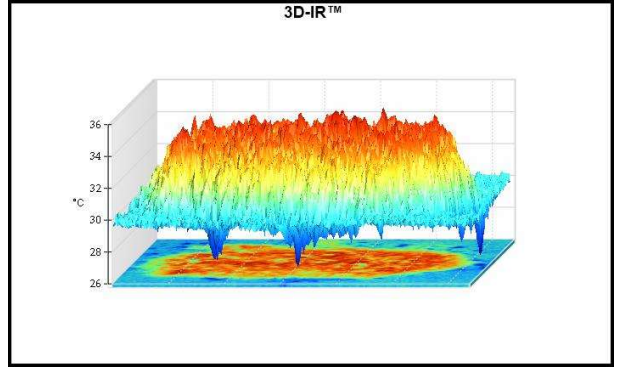


b)

Şekil 4.8. a) Kontrol grubunun (SDA 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

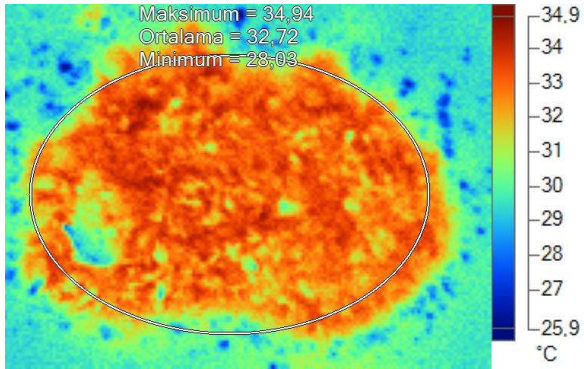


a)

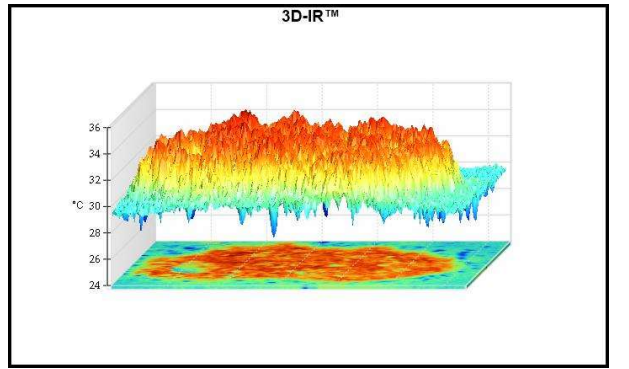


b)

Şekil 4.9. a) %0,5 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

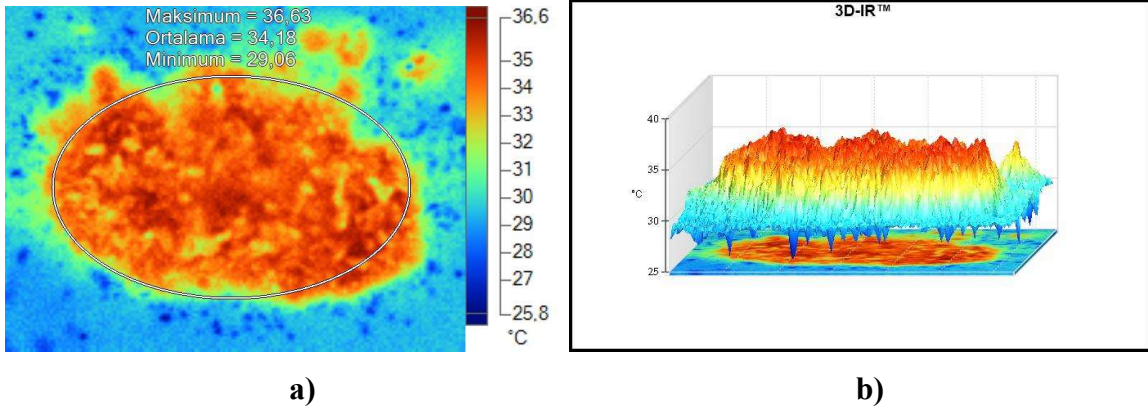


a)

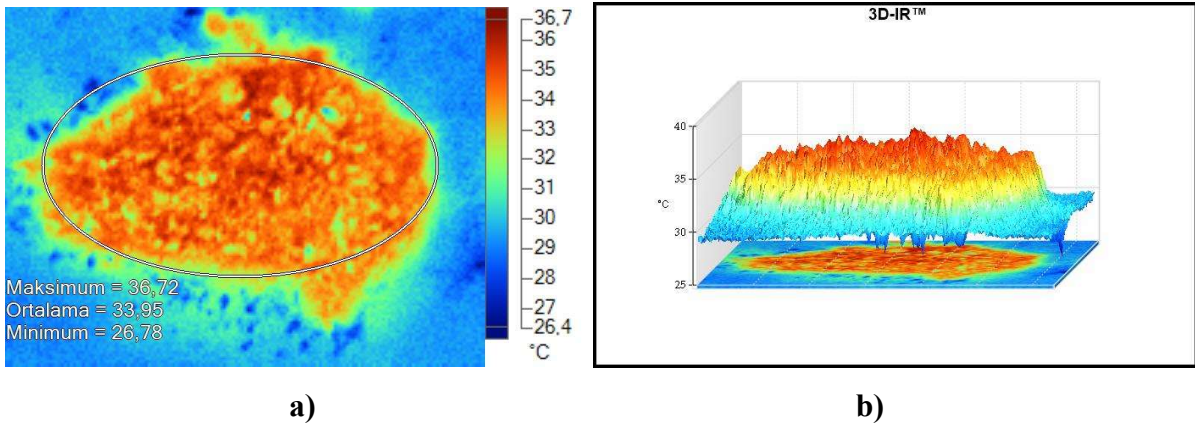


b)

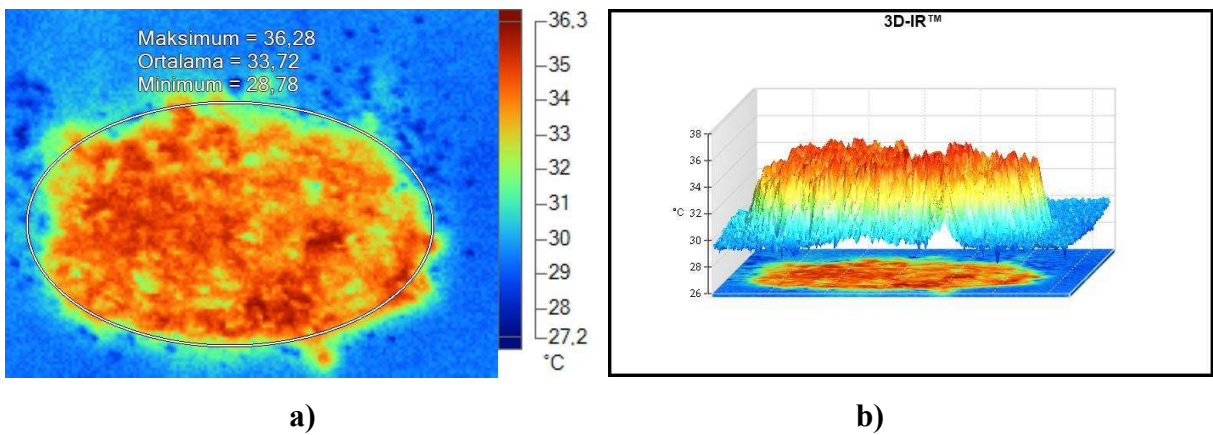
Şekil 4.10. a) %1 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği



Şekil 4.11. a) Kontrol grubunun (ES 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, **b)** Termal kamera görüntüsünün grafiği



Şekil 4.12. a) %0,5 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, **b)** Termal kamera görüntüsünün grafiği



Şekil 4.13. a) %1 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, **b)** Termal kamera görüntüsünün grafiği

4.2. Araştırmanın Dördüncü Gününde Elde Edilen Bulgular

Çizelge 4.3.' de aerobik stabilitenin dördüncü gününde katkı maddelerinin yüksek nemli fermente mısır silajı üzerindeki etkileri ortaya konmuştur. En düşük pH, KM, NH₃-N, LA ve SÇK değerleri sırasıyla %1 sirke ilave edilen inkübatör koşullarında depolanan (3,90), %0 sirke ilave edilip inkübatör koşullarında (61,183), %0 sirke ilave edilip inkübatör koşullarında (1,04), %0,5 sirke ilave edilip oda koşullarında depolanan (6,80), %0 sodyum diasetat ilave edilip oda koşullarında depolanan (4,807) silaj örneklerinde görülmüştür. En yüksek değerler ise; pH sonuçlarında %0 SDA ilaveli oda koşullarında (4,65; P<0,001), KM sonuçlarında %0 SDA ilaveli inkübatör koşullarında (67,137; P<0,001), NH₃-N sonuçlarında %0,5 SDA inkübatör koşullarında (1,727; P<0,05), LA sonuçlarında %0,5 SDA ilaveli oda koşullarında (13,417; P<0,001), SÇK sonuçlarında ise %1 sirke ilaveli ve oda koşullarında (18,767; P<0,001) depolanan silaj örneklerinde saptanmıştır.

LAB sayım sonuçlarında en yüksek değerler %0,5 ve %1 sirke ilave edilip, oda koşullarında depolanan grupta saptanmıştır (Çizelge 4.3.). En düşük LAB değeri ise %1 SDA ilave edilip oda koşullarında depolanan grupta görülmüştür (P<0,001). Maya sayılarında ise, en yüksek değer 6,143 kob ile sirke'nin kontrol grubunun inkübatör koşullarında depolanması sonucu saptanmıştır (P<0,001). En düşük maya sayıları ise % 0,5 ve % 1 sodyum diasetat ilave edilen ve inkübatör koşullarında depolanan mısır silajlarında gözlenmiştir (P<0,001). Depolamanın 4. gününde sirke'nin kontrol grubu ile %0,5 ilave edildiği grupların oda koşullarında sadece küf saptanmış, diğer gruplarda saptanmamıştır (P<0,001).

Silolanan materyalin bozulmaması için ortamda mutlaka LAB ve bunların LA üretebilmeleri için yeterli miktarda SÇK bulunmalıdır. LAB ancak ortamda yeterli miktarda SÇK bulunması halinde silaj fermantasyonu için gerekli LA üretebilirler (Filya 2001). Alçiçek ve Özkan (1997) ise kaliteli silo yemlerinde LA içeriğinin %2 nin üzerinde olmaması gerektiğinin bildirmişlerdir.

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 CO₂ üretimine yol açmakta, bunun sonucunda ortam pH'ında ve sıcaklığında artış meydana gelmektedir (Ashbell ve ark. 1987). Araştırmadan elde edilen veriler bu konuda yapılan önceki araştırma sonuçlarını (Uriarte 2001, Koc ve ark. 2009, Wilkinson ve Davies, 2012) çalışmalar destekler niteliktedir.

Çizelge 4.3. Aerobik stabilitenin dördüncü gününde katkı maddelerinin yüksek nemli mısır silajları üzerine etkileri

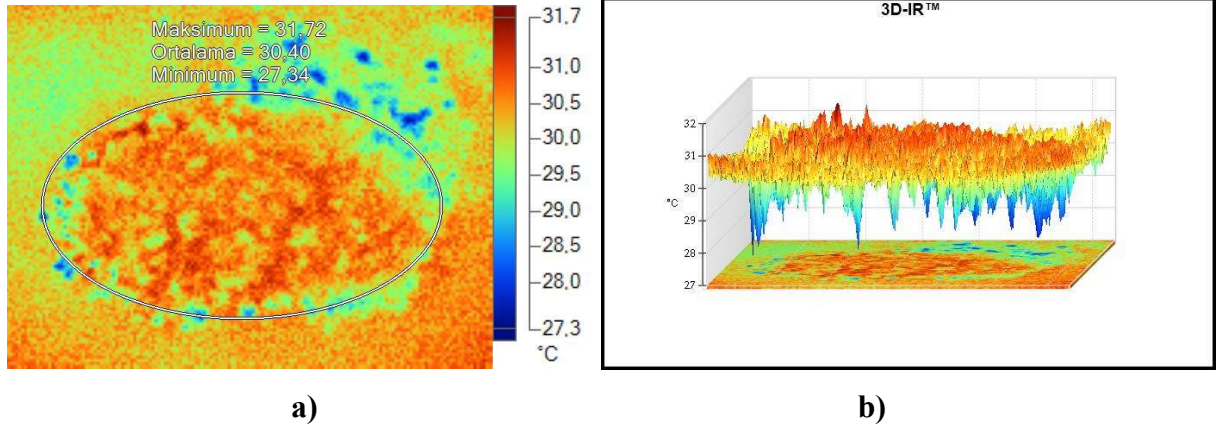
Katkı maddesi	Doz %	Depolama sıcaklığı*	pH	KM, %	NH ₃ -N, g/kg KM	LA, g/kg KM	SÇK, g/kg KM	LAB, log ₁₀ kob/g	Maya, log ₁₀ kob/g	Küf, log ₁₀ kob/g
Sirke	0	Oda	4,100 d	63,457 e	1,410 e	9,867 d	9,550 e	4,400 c	4,743 de	2,850 a
		İnkübatör	4,150 d	61,183 f	1,040 g	11,737 c	8,000 g	3,793 d	6,143 a	0,000 c
	0,5	Oda	4,350 b	63,080 de	1,430 de	6,800 i	6,357 h	5,313 a	5,167 c	2,350 b
		İnkübatör	4,200 c	65,380 bc	1,267 f	9,250 e	8,900 f	4,800 b	5,800 b	0,000 c
	1,0	Oda	4,100 d	63,383 de	1,547 bc	9,227 e	18,767 a	5,210 a	5,157 c	0,000 c
		İnkübatör	3,900 g	65,457 bc	1,580 b	7,710 h	12,300 c	3,760 d	3,950 f	0,000 c
Sodyum diasetat	0	Oda	4,650 a	62,853 de	1,357 e	8,477 f	4,807 i	2,813 e	3,047 g	0,000 c
		İnkübatör	4,100 d	67,137 a	1,387 e	12,417 b	14,060 b	2,947 e	4,700 de	0,000 c
	0,5	Oda	3,950 f	63,907 cd	1,540 bc	13,417 a	14,197 b	3,883 d	4,987 cd	0,000 c
		İnkübatör	4,000 f	62,050 ef	1,727 a	8,687 f	10,910 d	2,607 ef	2,700 h	0,000 c
	1,0	Oda	4,100 d	63,733 d	1,240 f	9,327 e	8,897 f	2,310 f	4,530 e	0,000 c
		İnkübatör	4,000 f	66,463 ab	1,490 cd	8,037 g	11,100 d	2,680 e	2,770 h	0,000 c
Standart hataların ortalaması			0,033	0,311	0,030	0,322	0,619	0,172	0,186	0,165
P değerleri										
Katkı maddesi			1,000	0,025	0,000	0,000	0,884	0,000	0,000	0,000
Doz			0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ortam			0,000	0,000	0,683	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000
Katkı maddesi x Doz			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Katkı Maddesi x Ortam			0,000	0,094	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Doz x Ortam			0,000	0,018	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
Katkı maddesi x Doz x Ortam			0,000	0,000	0,029	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

*Depolama Sıcaklıkları; Oda= 25-26°C ve İnkübatör=36-37°C

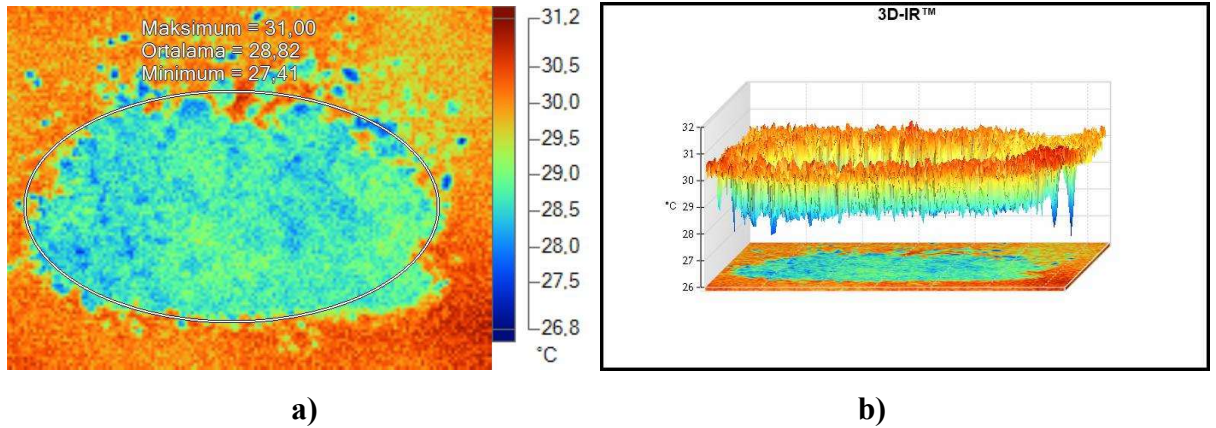
a-h: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak önemlidir (P<0,05).

4.2.1. Oda koşullarında depolanan silajların dördüncü gün termal kamera görüntüleri

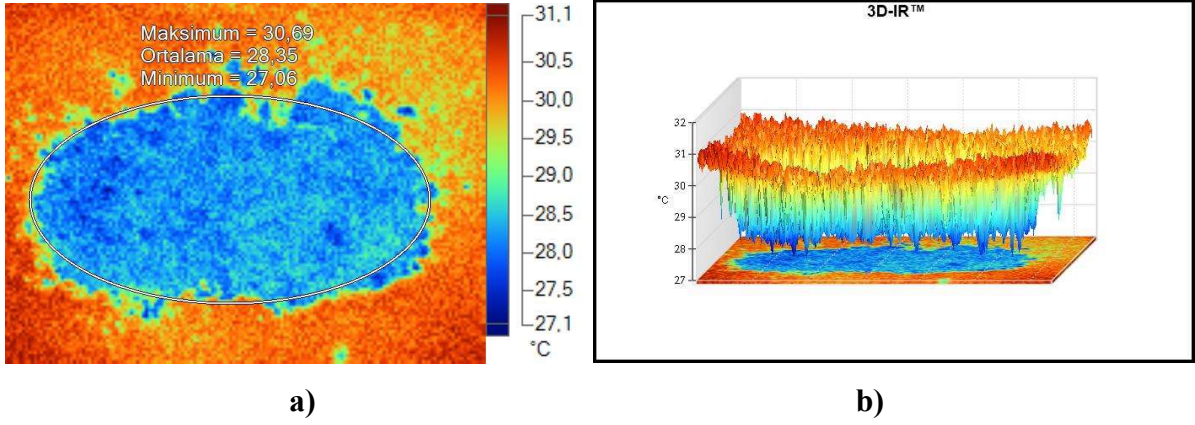
Oda koşullarında depolanan fermente mısır silajının, aerobik stabilitenin dördüncü gününde çekilen termal kamera görüntüleri ve grafik aşağıdaki gibidir (Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16, Şekil 4.17, Şekil 4.18, Şekil 4.19);



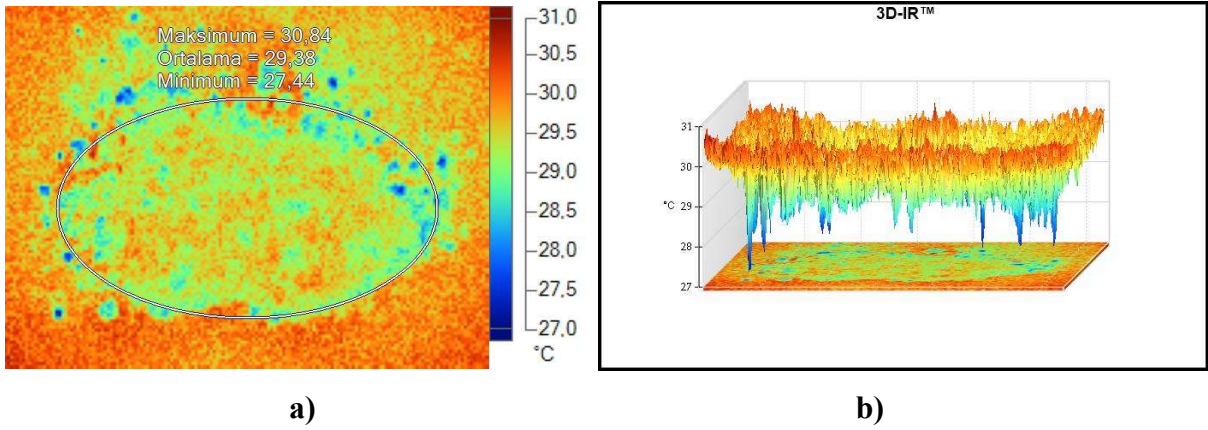
Şekil 4.14. a) Kontrol grubunun (SDA 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği



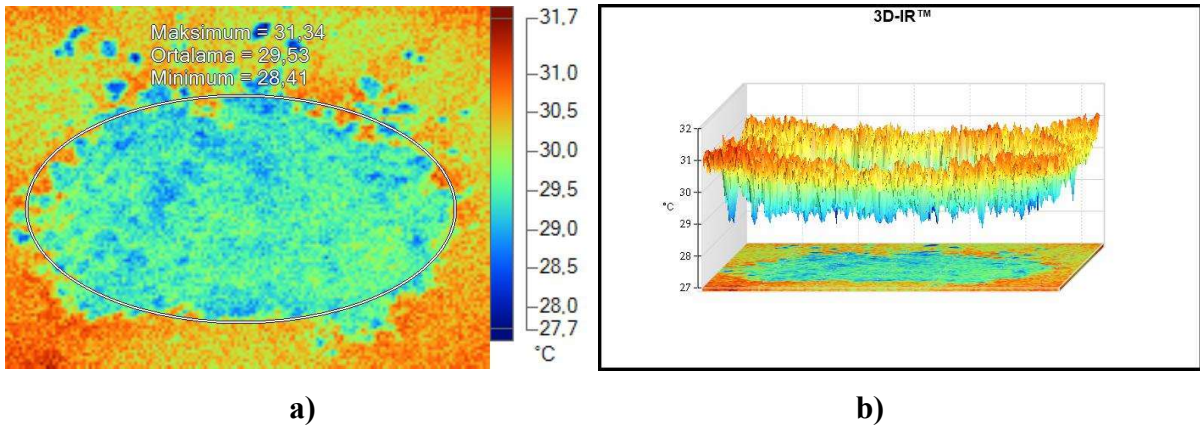
Şekil 4.15. a) %0,5 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği



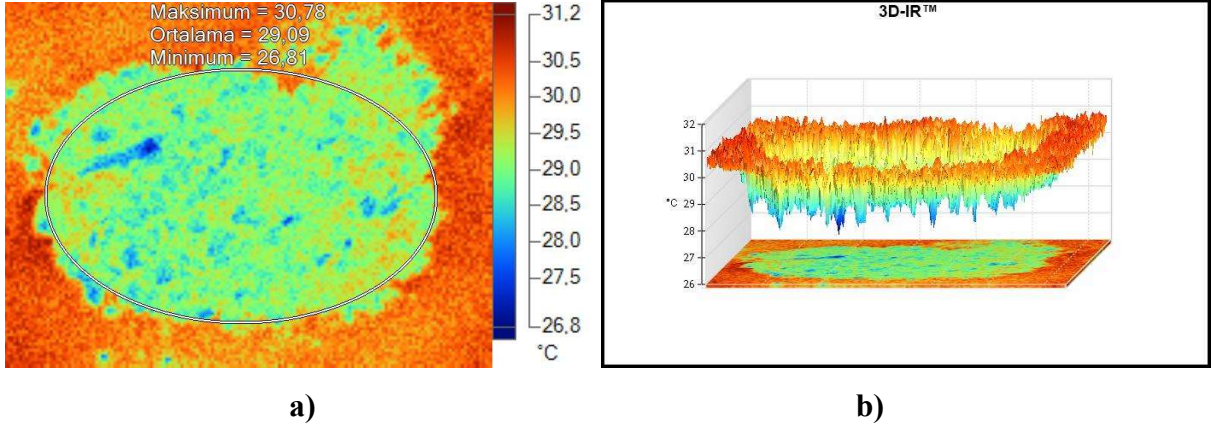
Şekil 4.16. a) %1 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, **b)** Termal kamera görüntüsünün grafiği



Şekil 4.17. a) Kontrol grubunun (ES 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, **b)** Termal kamera görüntüsünün grafiği



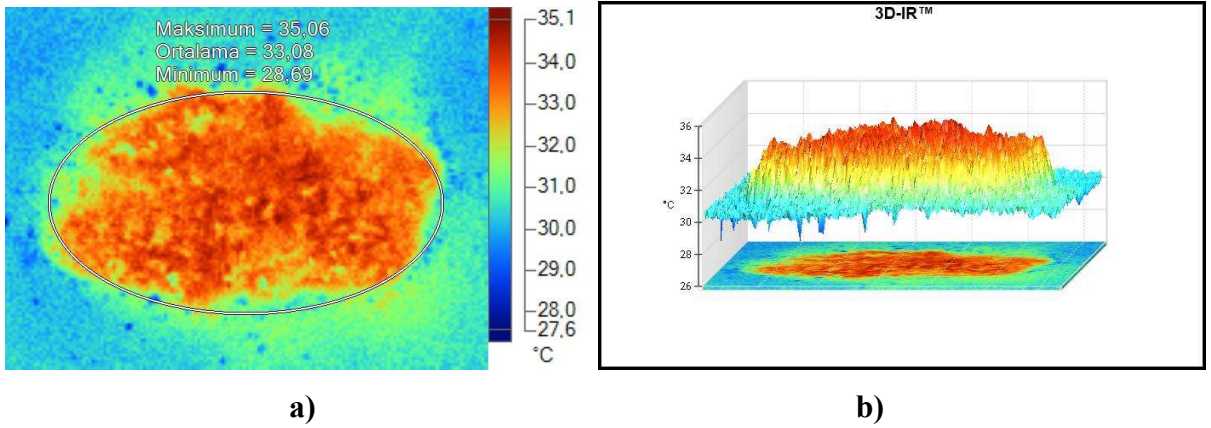
Şekil 4.18. a) %0,5 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, **b)** Termal kamera görüntüsünün grafiği



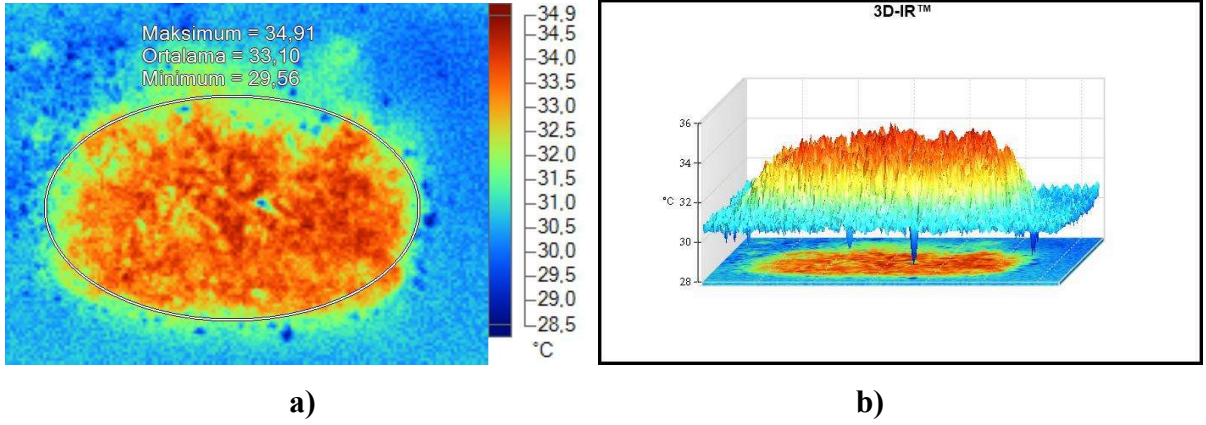
Şekil 4.19. a) %1 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, **b)** Termal kamera görüntüsünün grafiği

4.2.2. İnkübatör koşullarında depolanan silajların dördüncü gün termal kamera görüntüleri

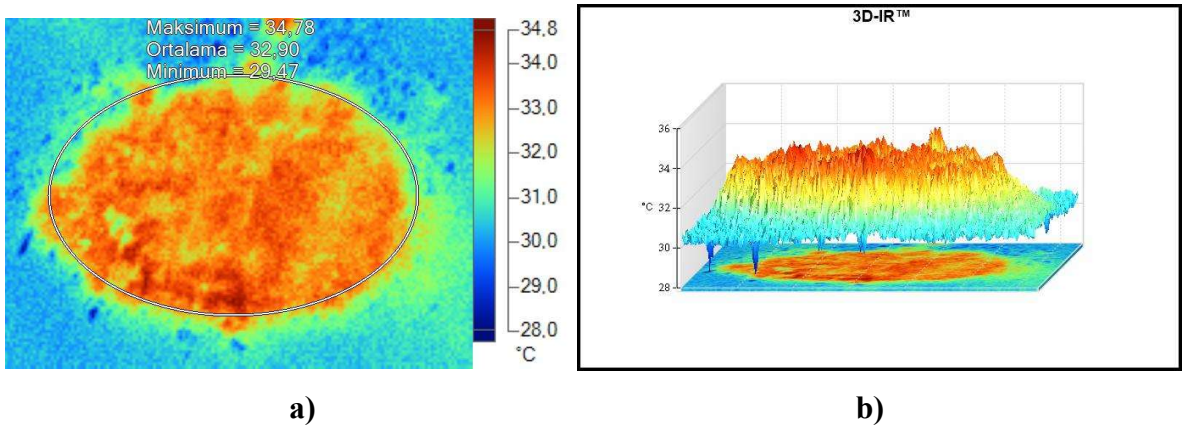
İnkübatör koşullarında depolanan fermente mısır silajının, aerobik stabilitenin dördüncü gününde çekilen termal kamera görüntüleri ve grafikleri aşağıdaki gibi gözlenmiştir (Şekil 4.20, Şekil 4.21, Şekil 4.22, Şekil 4.23, Şekil 4.24, Şekil 4.25).



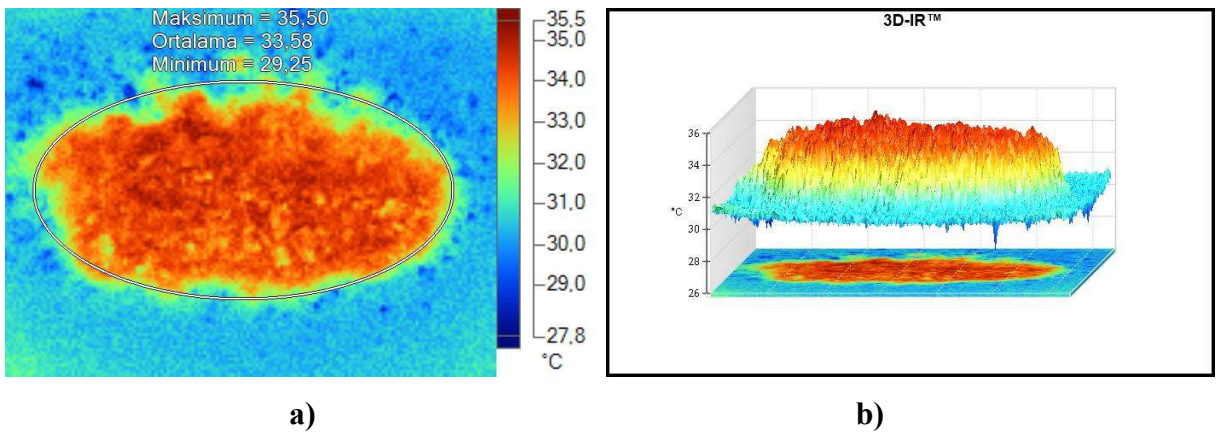
Şekil 4.20. a) Kontrol grubunun (SDA 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, **b)** Termal kamera görüntüsünün grafiği



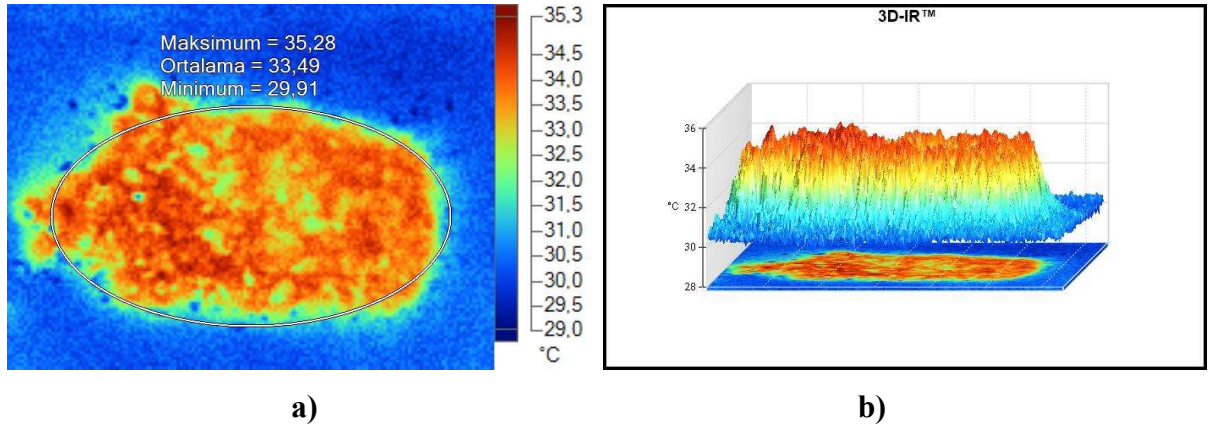
Şekil 4.21. a) %0,5 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği



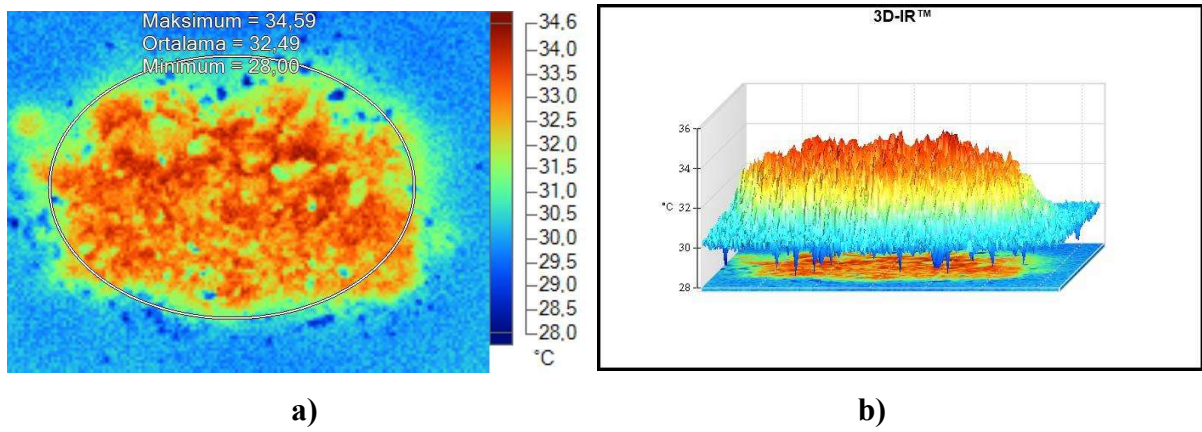
Şekil 4.22. a) %1 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği



Şekil 4.23. a) Kontrol grubunun (ES 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği



Şekil 4.24. a) %0,5 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, **b)** Termal kamera görüntüsünün grafiği



Şekil 4.25. a) %1 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, **b)** Termal kamera görüntüsünün grafiği

4.3. Araştırmanın Yedinci Gününde Elde Edilen Bulgular

Aerobik stabilitenin yedinci gününde katkı maddelerinin yüksek nemli fermente mısır silajı üzerindeki etkileri Çizelge 4.4.'te ortaya konmuştur. pH, NH₃ N, SÇK analiz sonuçları ile LAB ve maya sayıları incelendiğinde en yüksek değerlerin oda koşullarındaki SDA kontrol grubuna ait olduğu görülmektedir (P<0,001). Gruplar arasında en yüksek (13,74 g/kg KM) LA değeri ise %0,5 SDA ilave edilip inkübatörde depolanan silajlarda, en düşük ise 1,147 g/kg ile %1 sirke ilavesi ile oda koşullarında depolanan silajlarda saptanmıştır. Katkı maddesinin, ilave düzeyinin, depolama sıcaklığının, bunların ikili ve üçlü interaksiyonlarının etkilerinin pH, NH₃N, LA, SÇK ve LAB değerleri üzerindeki önem düzeyleri P<0,001 olarak saptanmıştır.

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 SDA grubunda tespit etmişlerdir. Araştırmacılar bunun sebebini SDA'nın hem asidifikasyon özelliğinin hem de antimikrobiyal özelliğinin olmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir (Wen ve ark. 2017). Araştırma bulguları bu konuda yapılan çalışmaları destekler niteliktedir.

Suda çözünür karbonhidratlar silolama sırasında laktik asit bakterileri tarafından kullanılan en önemli enerji kaynağı olduğu bildirilmektedir (McDonald, 1991). Bu konuda yapılan benzer çalışmalarda artan SDA 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 SDA ilavesine bağlı olarak silajların SÇK içerikleri artmış, oda koşullarındaki kontrol grubunda ise en düşük SÇK değeri saptanmıştır ($P<0,001$).

Tüm katkı maddeleri ve tüm ilave düzeyleri için inkübatör koşullarında depolanan silajlarda küf sayıları sıfır olarak saptanmıştır, depolama sıcaklıklarının etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,001$). Maya sayılarına bakıldığında, benzer şekilde inkübatörde depolanan silajlarda azalma görülmüş, %1 SDA ilave edilen gruplarda ise hem oda, hem de inkübatör koşullarında maya sayıları düşük bulunmuş, aralarında istatistiki olarak bir farklılık saptanmamıştır ($P>0,05$).

Pahlow ve ark. (2003) yüksek nemli mısır silajlarında maya sayısının (3-5 log kob/g) düzeyinde olduğunu ve yüksek oranda maya sayısının özellikle yüksek sıcaklıklarda aerobik stabiliteyi düşürdüğü bildirmişlerdir. Yüksek nemli mısır silajlarının maya içeriklerinin yüksek olmasının nedeni tam olarak belirlenememiş olmakla beraber daneye fiziksel zarar verilmesinin mikroorganizmalar için substrat oluşturmasından kaynaklanabileceği bildirilmektedir (Teller ve ark. 2012). Araştırma sonuçları dikkate alındığında özellikle yüksek sıcaklıklarda kontrol grubunda maya içeriğinin yüksek bulunması bu konuda sonuçları destekler niteliktedir.

Çizelge 4.4. Aerobik stabilitenin yedinci gününde katkı maddelerinin yüksek nemli mısır silajları üzerine etkileri

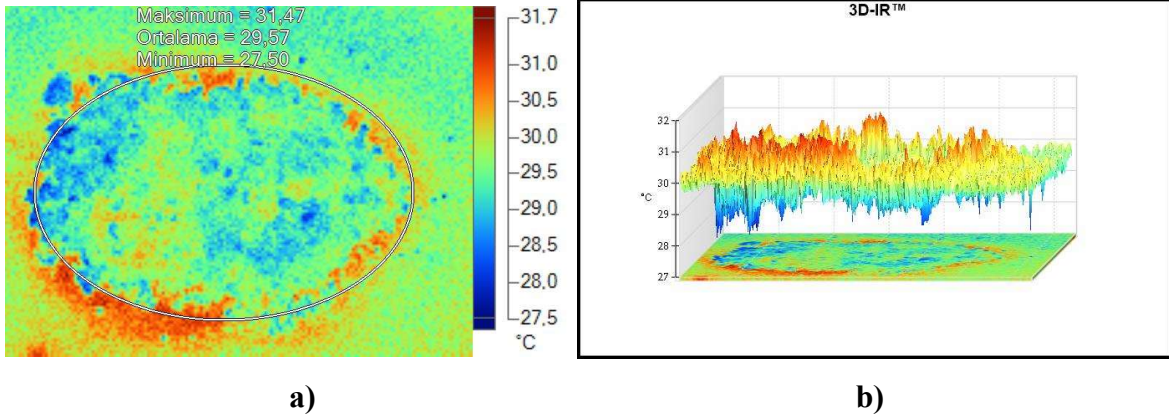
Katkı maddesi	Doz %	Depolama sıcaklığı	pH	KM, %	NH ₃ -N, g/kg KM	LA, g/kg KM	SÇK, g/kg KM	LAB, log ₁₀ kob/g	Maya, log ₁₀ kob/g	Küf, log ₁₀ kob/g
Sirke	0	Oda	6,000 c	72,757 a	1,837 b	1,720 g	16,097 b	5,560 ab	5,140 c	3,180 a
		İnkübatör	3,900 g	63,910 d	1,607 d	8,420 f	9,107 e	0,000 j	3,780 de	0,000 d
	0,5	Oda	6,500 ab	63,203 d	1,617 d	1,680 g	7,737 f	2,980 h	5,690 b	2,280 b
		İnkübatör	3,900 g	61,950 ef	1,420 g	9,097 e	7,470 f	3,337 g	3,680 e	0,000 d
	1,0	Oda	6,450 b	65,393 c	1,477 f	1,147 h	6,800 g	5,500 b	5,010 c	2,660 ab
		İnkübatör	3,900 g	63,140 de	1,557 e	8,480 f	8,937 e	4,193 d	4,027 d	0,000 d
Sodyum diasetat	0	Oda	6,550 a	65,670 bc	1,897 a	9,917 c	18,207 a	5,627 a	6,160 a	1,460 c
		İnkübatör	3,950 fg	66,810 b	1,527 e	9,337 d	11,077 d	2,770 i	3,920 de	0,000 d
	0,5	Oda	5,250 d	61,683 f	1,697 c	8,380 f	5,480 h	4,930 c	5,840 b	2,440 ab
		İnkübatör	4,000 f	62,223 ef	1,540 e	13,740 a	12,800 c	3,407 fg	3,930 de	0,000 d
	1,0	Oda	4,250 e	59,837 g	1,817 b	10,267 b	7,617 f	3,927 e	3,883 de	2,480 ab
		İnkübatör	4,300 e	66,463 bc	1,527 e	9,367 d	8,737 e	3,470 f	4,023 d	0,000 d
Standart hataların ortalaması			0,186	0,553	0,025	0,640	0,628	0,256	0,150	0,221
P değerleri										
Katkı maddesi			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,212	0,050
Doz			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,741
Ortam			0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Katkı maddesi x Doz			0,000	0,043	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,027
Katkı Maddesi x Ortam			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,316	0,050
Doz x Ortam			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,741
Katkı maddesi x Doz x Ortam			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,027

*Depolama Sıcaklıkları; Oda= 25-26°C ve İnkübatör=36-37°C

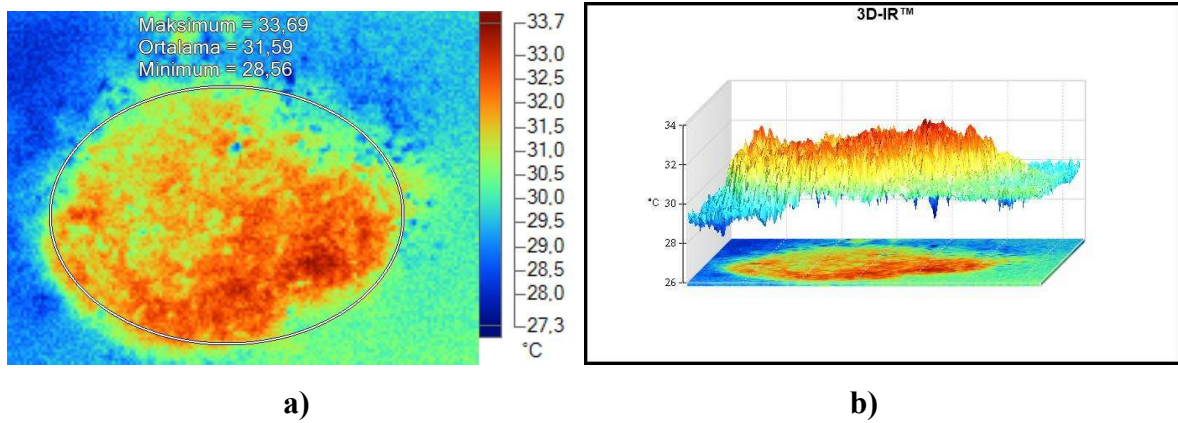
a-i: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak önemlidir (P<0,05)

4.3.1. Oda koşullarında depolanan silajların yedinci gün termal kamera görüntüleri

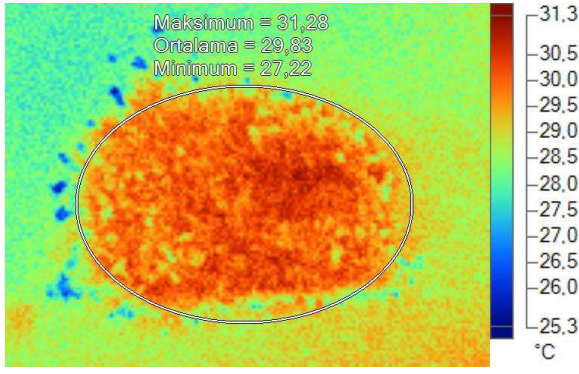
Oda koşullarında bekletilen fermente mısır silajının, aerobik stabilitenin 7. gününde çekilen termal kamera görüntüleri ve grafikleri aşağıdaki gibidir (Şekil 4.26, Şekil 4.27, Şekil 4.28, Şekil 4.29, Şekil 4.30, Şekil 4.31);



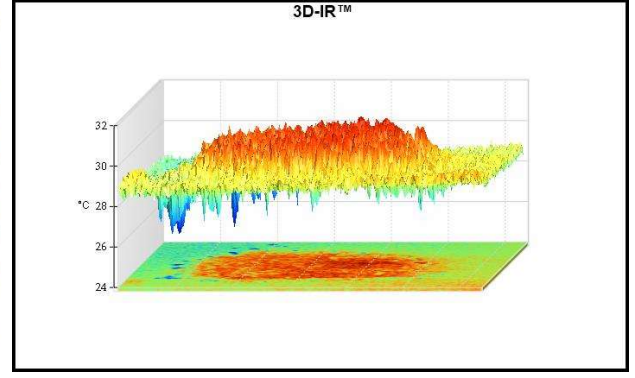
Şekil 4.26. a) Kontrol grubunun (SDA 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği



Şekil 4.27. a) %0,5 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

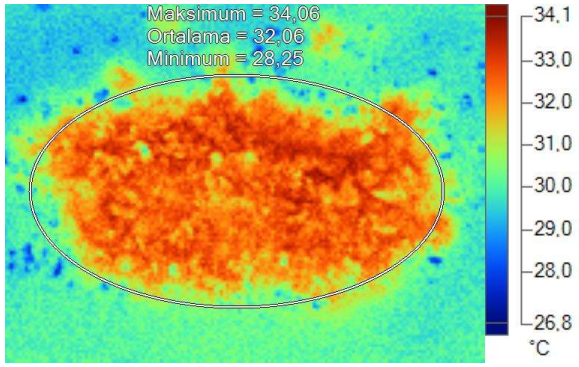


a)

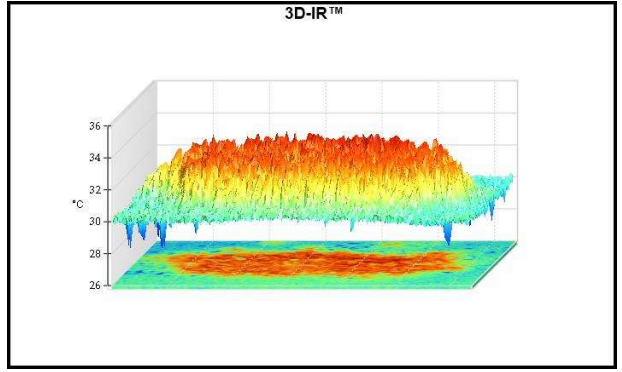


b)

Şekil 4.28. a) %1 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

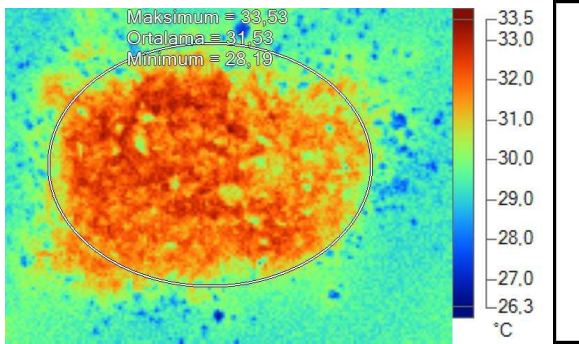


a)

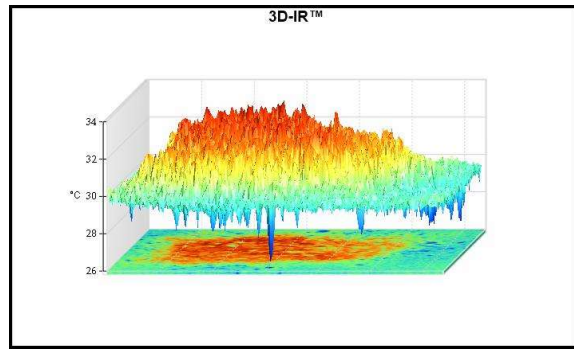


b)

Şekil 4.29. a) Kontrol grubunun (ES 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

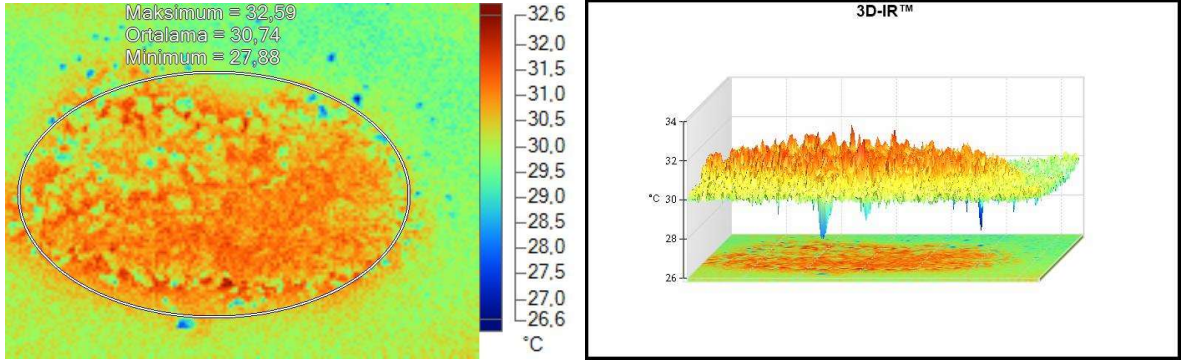


a)



b)

Şekil 4.30. a) %0,5 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği



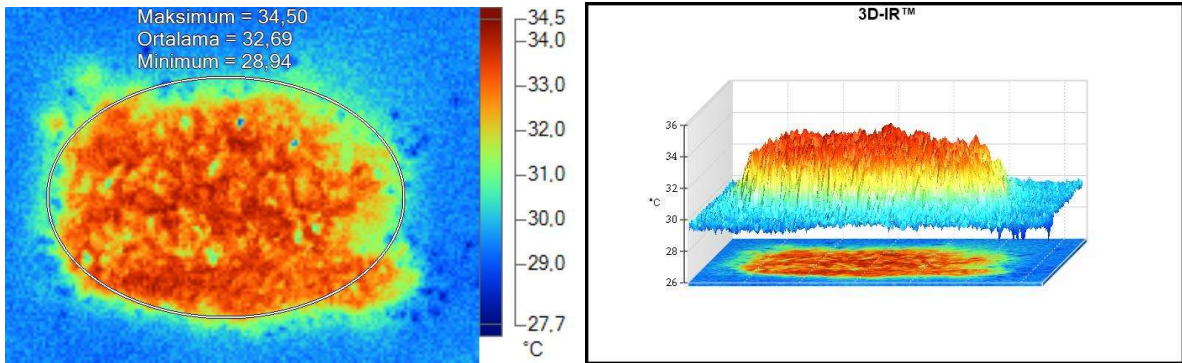
a)

b)

Şekil 4.31. a) %1 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, **b)** Termal kamera görüntüsünün grafiği

4.3.2. İnkübatör koşullarında depolanan silajların yedinci gün termal kamera görüntüleri

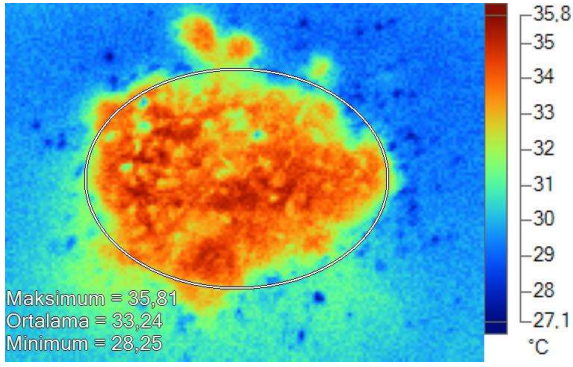
İnkübatör koşullarında depolanan fermente mısır silajının, aerobik stabilitenin 7. gününde çekilen termal kamera görüntüleri ve grafikleri aşağıdaki gibi gözlenmiştir (Şekil 4.32, Şekil 4.33, Şekil 4.34, Şekil 4.35, Şekil 4.36, Şekil 4.37).



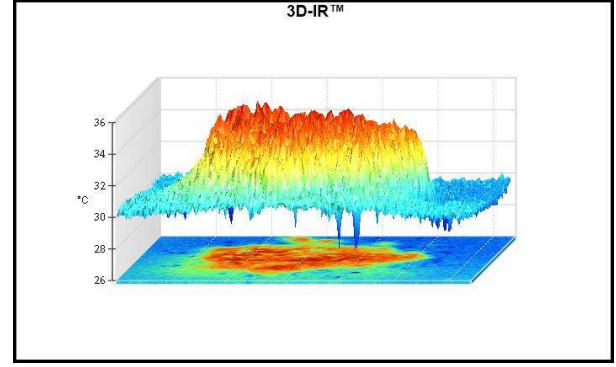
a)

b)

Şekil 4.32. a) Kontrol grubunun (SDA 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, **b)** Termal kamera görüntüsünün grafiği

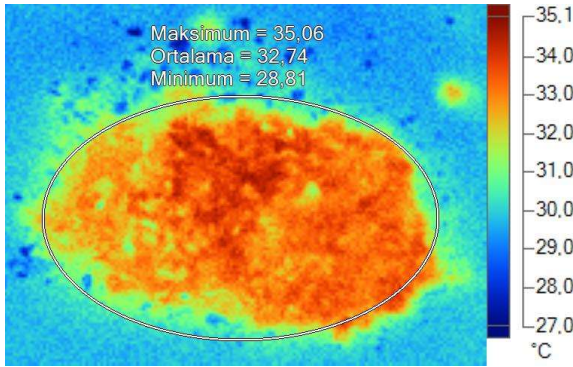


a)

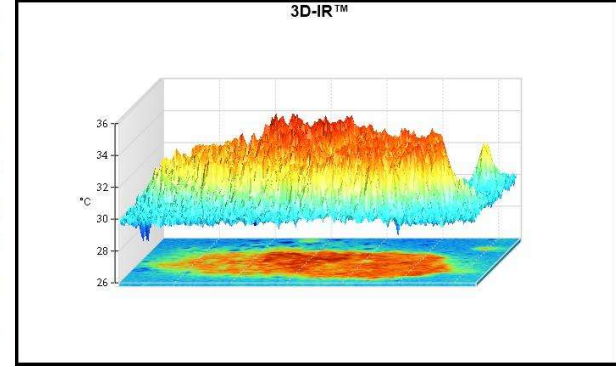


b)

Şekil 4.33. a) %0,5 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

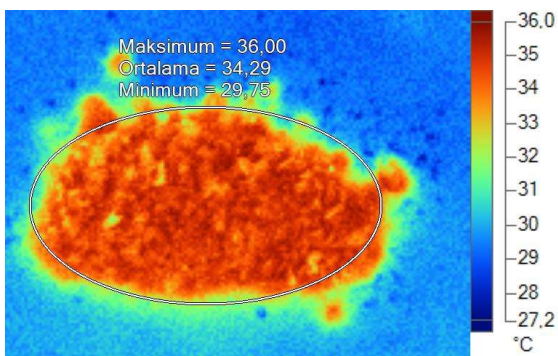


a)

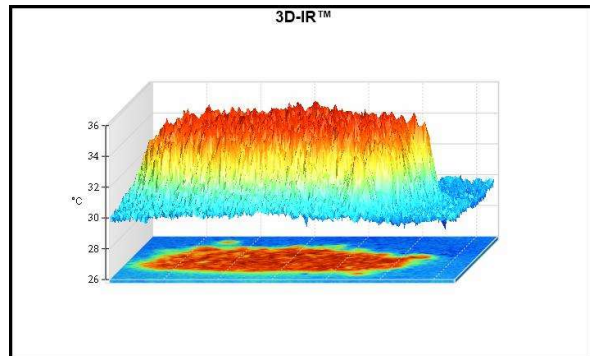


b)

Şekil 4.34. a) %1 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

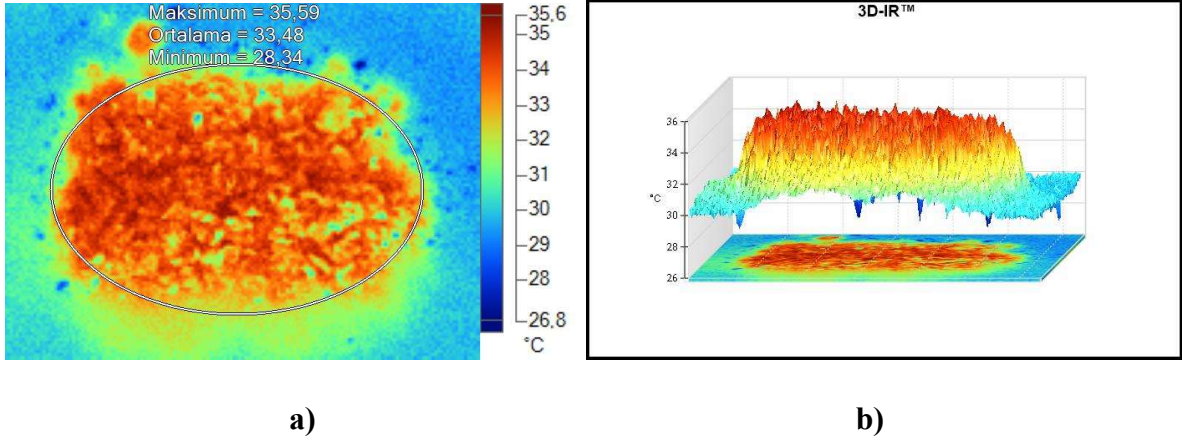


a)

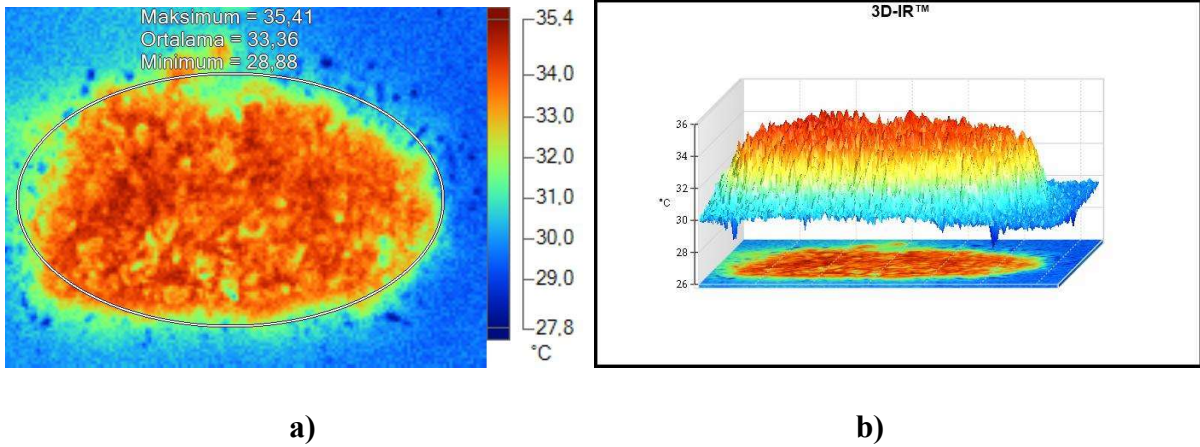


b)

Şekil 4.35. a) Kontrol grubunun (ES 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği



Şekil 4.36. a) %0,5 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, **b)** Termal kamera görüntüsünün grafiği



Şekil 4.37. a) %1 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, **b)** Termal kamera görüntüsünün grafiği

4.4. Araştırmanın Onikinci Gününde Elde Edilen Bulgular

Çizelge 4.5.'te aerobik stabilitenin 12. gününde analiz yoluyla saptanan sonuçlar yer almaktadır. pH verileri incelendiğinde, en düşük değerlerin yüksek sıcaklıkta depolanan silajlarda saptandığı ve depolama sıcaklıklarının etkisinin istatistiki olarak önemli bulunduğu görülmüştür ($P<0,001$). NH_3-N sonuçlarında da yüksek sıcaklıklarda, değerlerde düşme görüldüğü saptanmıştır ($P<0,01$). Sadece %1 SDA ilave edilen grupta oda koşullarındaki değer daha düşük bulunmuştur ($P<0,01$). En yüksek LA değeri (11,407 g/kg), %1 sirke ilave edilmiş ve inkübatörde depolanan silajlarda saptanmıştır. En düşük değerler ise, oda koşullarında depolanan, %0; 0,5; 1 sirke ve %0; 0,5 SDA katılmış silajlarda görülmüştür ($P<0,05$).

Oda koşullarındakiere göre inkübatörde depolanan silaj rneklerinin LAB sayılarında artış görülürken, maya sayılarında bir azalma (sirke kontrol grubu hariç) gözlenmiştir ($P<0,001$). Aerobik stabilitenin 12. gününde küf sayıları ise, tüm muamele gruplarında 0 olarak saptanmıştır.

Reeves ve ark. (1989) yapmış oldukları çalışmada mısır silajının kuru madde de LA miktarını %1,58 ile %8,57 arasında değiştiğini bildirmektedir. Deswysen ve ark. (1993) mısır silajında kuru madde üzerinden laktik asit miktarını %6,31 olduğunu, Phillip ve Hidalgo (1989) mısır silajı için %5 düzeyinde olduğunu bildirmektedirler. Çalışmamızda aerobik stabilitenin 2. gününde LA değerleri 8,81-13,60 arasında değişirken, 12. gününde ise 0,30-11,41 arasında saptanmıştır.

Çizelge 4.5. Aerobik stabilitenin onikinci gününde katkı maddelerinin yüksek nemli mısır silajları üzerine etkileri

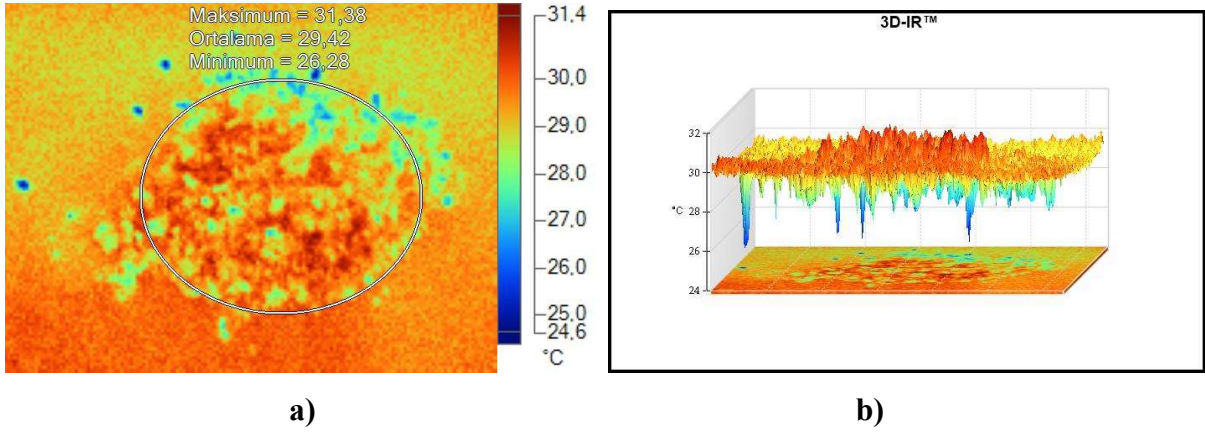
Katkı maddesi	Doz %	Depolama sıcaklığı*	pH	KM, %	NH ₃ -N, g/kg KM	LA, g/kg KM	SÇK, g/kg KM	LAB, log ₁₀ kob/g	Maya, log ₁₀ kob/g	Küf, log ₁₀ kob/g
Sirke	0	Oda	6,900 b	71,577 a	2,693 a	0,757 e	16,517 d	0,000 i	3,377 f	0,000
		İnkübatör	3,950 d	67,417 abc	0,987 ef	6,677 d	55,230 b	3,547 b	5,670 b	0,000
	0,5	Oda	7,800 a	57,083 d	2,600 a	0,370 e	17,827 d	2,613 f	6,330 a	0,000
		İnkübatör	3,900 d	66,283 bc	1,323 d	9,750 b	9,100 e	2,840 e	4,280 cd	0,000
	1,0	Oda	7,450 ab	60,637 d	2,883 a	0,303 e	18,177 d	2,483 f	6,100 a	0,000
		İnkübatör	3,900 d	69,970 ab	1,237 de	11,407 a	67,757 a	3,477 b	4,390 cd	0,000
Sodyum diasetat	0	Oda	6,950 b	70,547 ab	2,807 a	1,060 e	7,747 e	2,103 h	6,367 a	0,000
		İnkübatör	3,900 d	66,610 bc	1,363 cd	7,930 c	46,140 c	3,297 cd	3,797 e	0,000
	0,5	Oda	7,200 ab	67,990 abc	2,250 b	0,837 e	15,760 d	3,410 bc	3,710 e	0,000
		İnkübatör	3,900 d	66,907 bc	1,433 cd	6,520 d	68,083 a	4,550 a	4,320 cd	0,000
	1,0	Oda	6,200 c	65,157 c	0,890 f	9,020 b	19,190 d	2,273 g	4,607 c	0,000
		İnkübatör	4,050 d	65,157 c	1,677 c	6,840 d	55,610 b	3,240 d	4,247 d	0,000
Standart hataların ortalaması			0,278	0,732	0,124	0,679	3,800	0,180	0,174	-
P değerleri										
Katkı maddesi			0,041	0,050	0,002	0,012	0,000	0,000	0,000	-
Doz			0,138	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,063	-
Ortam			0,000	0,051	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-
Katkı maddesi x Doz			0,249	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-
Katkı Maddesi x Ortam			0,023	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,029	-
Doz x Ortam			0,065	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-
Katkı maddesi x Doz x Ortam			0,085	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-

*Depolama Sıcaklıkları; Oda= 25-26°C ve İnkübatör=36-37°C

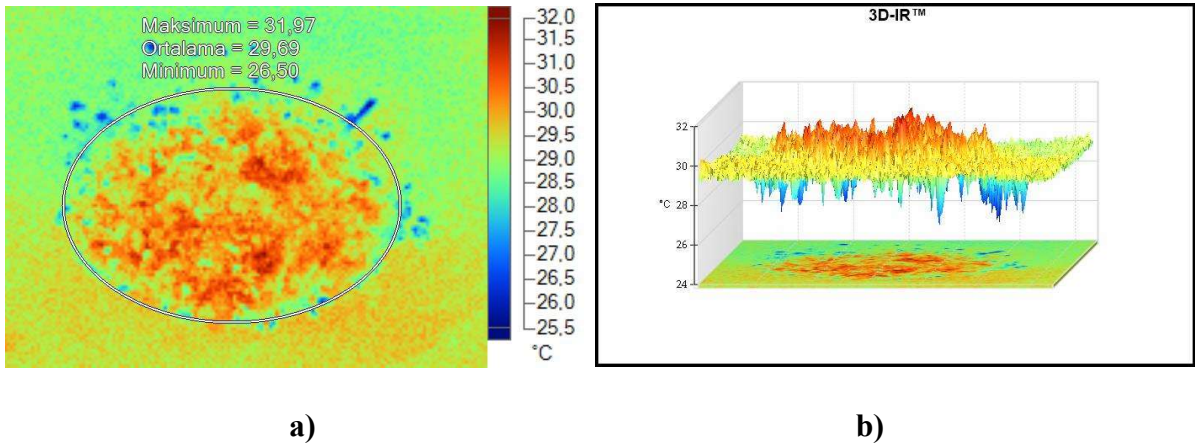
a-g: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak önemlidir (P<0,05).

4.4.1. Oda koşullarında depolanan silajların onikinci gün termal kamera görüntüleri

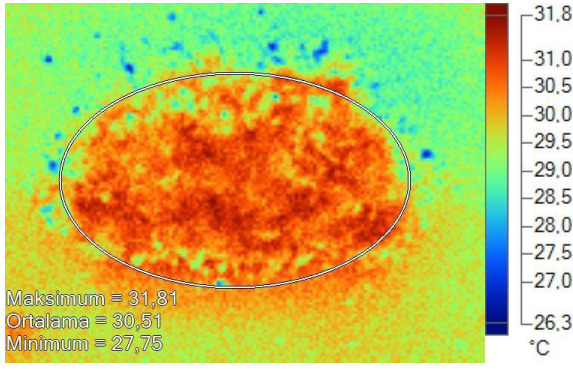
Oda koşullarında bekletilen fermente mısır silajının, aerobik stabilitenin 12. gününde çekilen termal kamera görüntüleri ve grafikleri aşağıdaki gibidir (Şekil 4.38, Şekil 4.39, Şekil 4.40, Şekil 4.41, Şekil 4.42, Şekil 4.43);



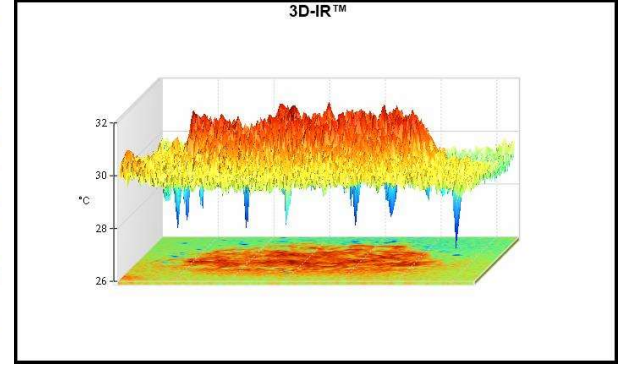
Şekil 4.38. a) Kontrol grubunun (SDA 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği



Şekil 4.39. a) %0,5 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

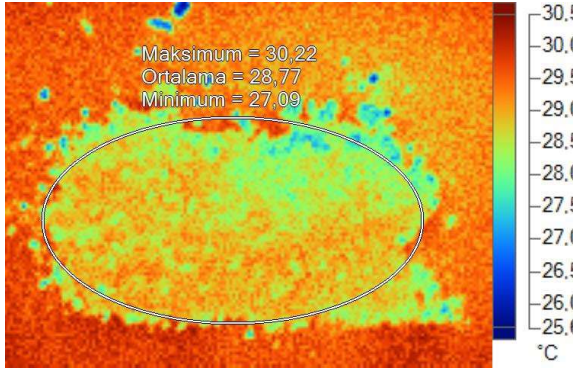


a)

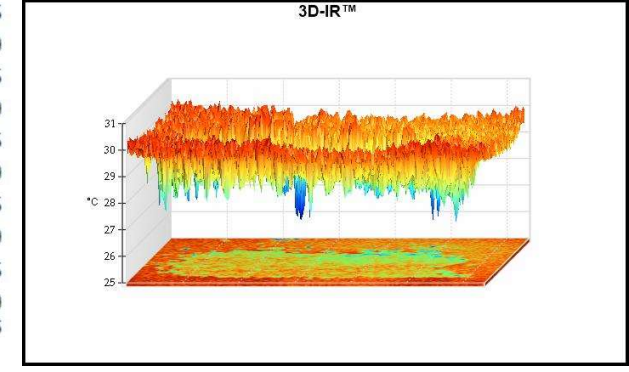


b)

Şekil 4.40. a) %1 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

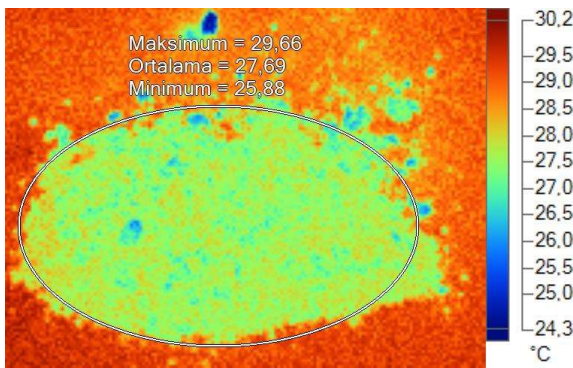


a)

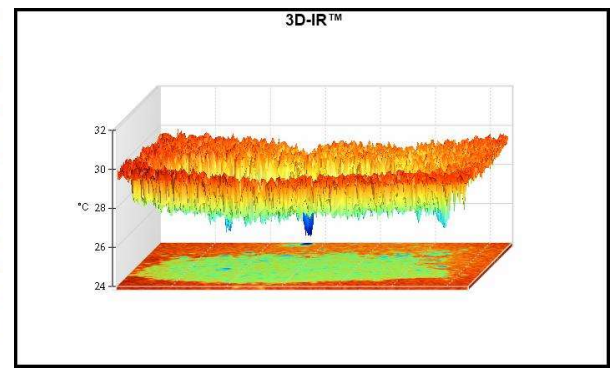


b)

Şekil 4.41. a) Kontrol grubunun (ES 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

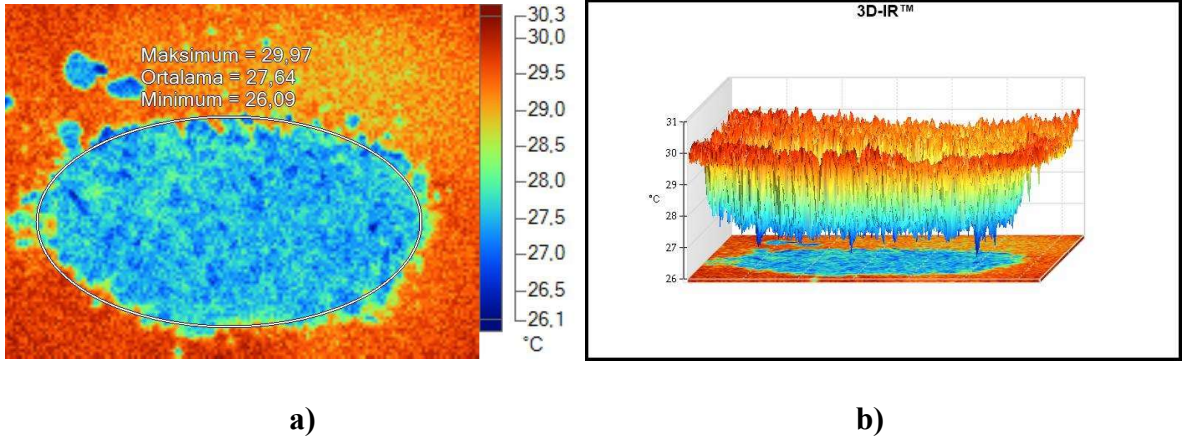


a)



b)

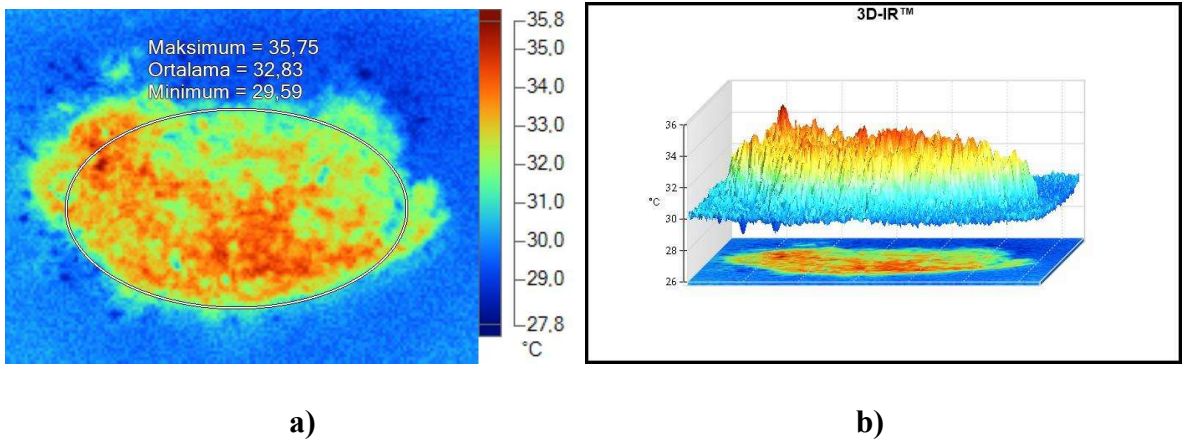
Şekil 4.42. a) %0,5 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği



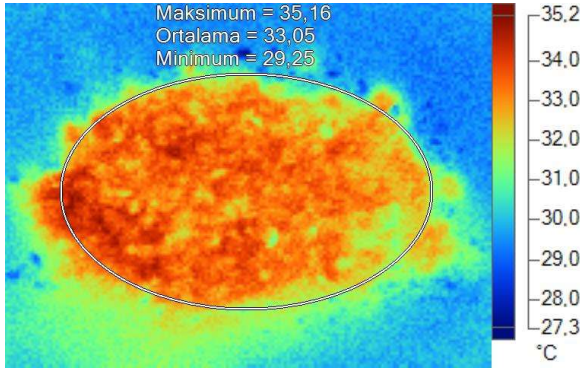
Şekil 4.43. a) %1 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, **b)** Termal kamera görüntüsünün grafiği

4.4.2. İnkübatör koşullarında depolanan silajların onikinci gün termal kamera görüntüleri

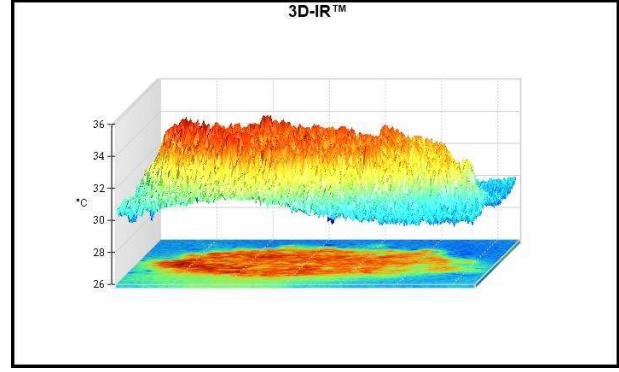
İnkübatör koşullarında depolanan fermente mısır silajının, aerobik stabilitenin 12. gününde çekilen termal kamera görüntüleri ve grafikleri aşağıdaki gibi gözlenmiştir (Şekil 4.44, Şekil 4.45, Şekil 4.46, Şekil 4.47, Şekil 4.48, Şekil 4.49).



Şekil 4.44. a) Kontrol grubunun (SDA 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, **b)** Termal kamera görüntüsünün grafiği

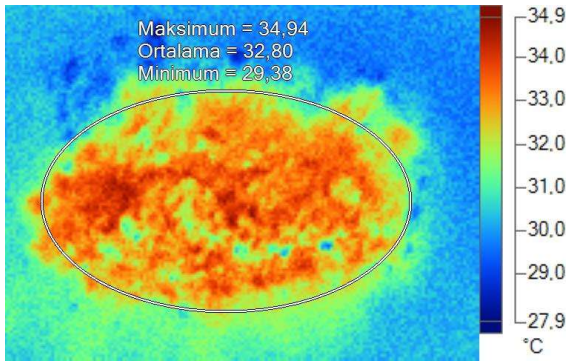


a)

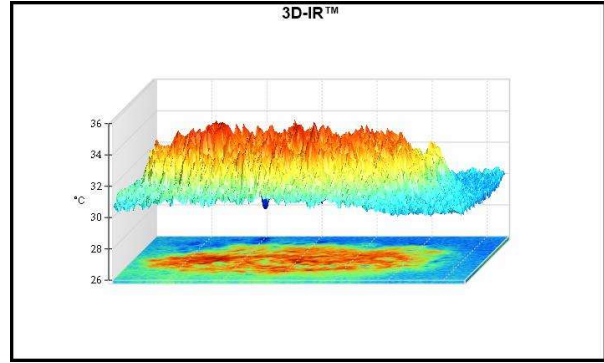


b)

Şekil 4.45. a) %0,5 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

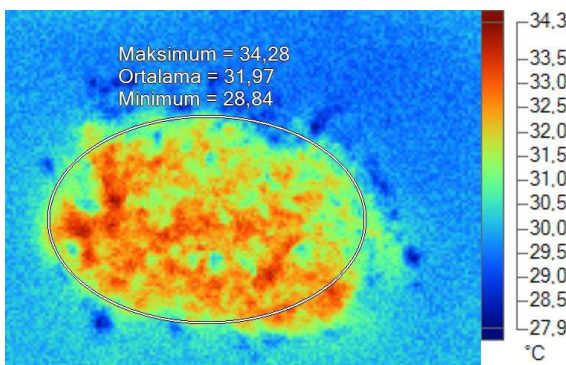


a)

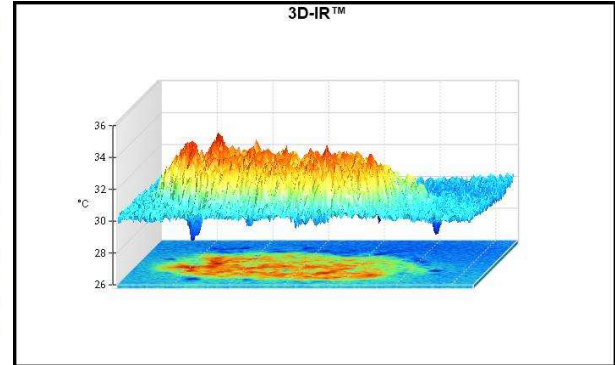


b)

Şekil 4.46. a) %1 SDA ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

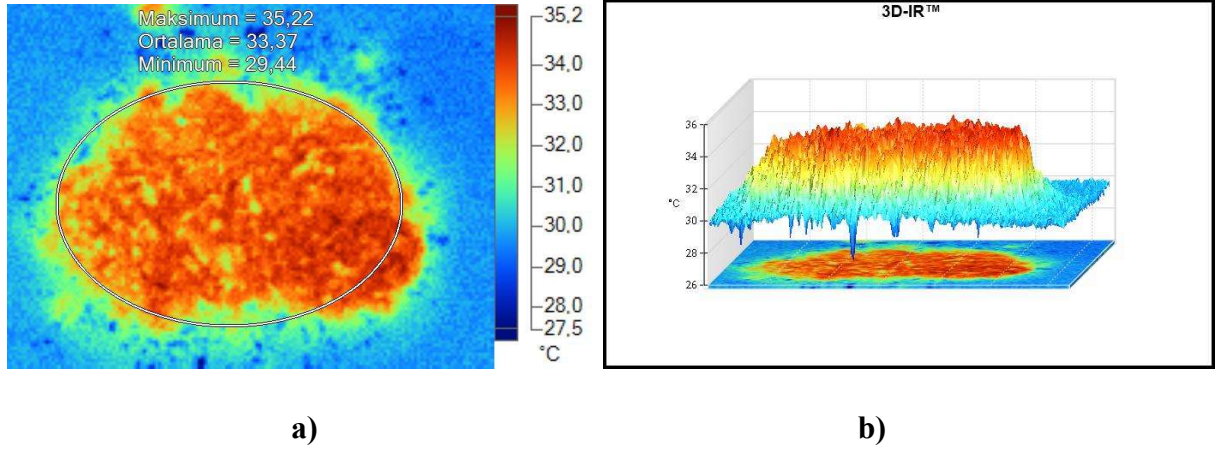


a)

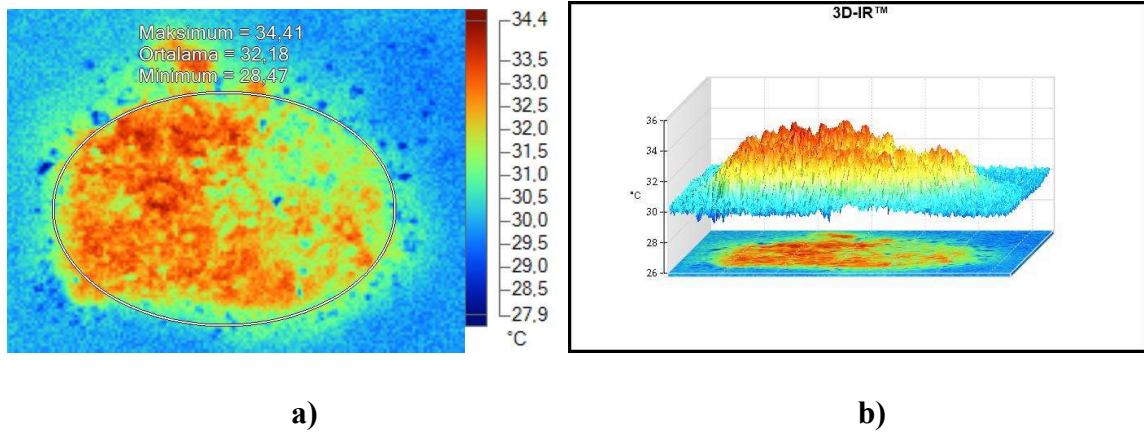


b)

Şekil 4.47. a) Kontrol grubunun (ES 0) fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği



Şekil 4.48. a) %0,5 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, **b)** Termal kamera görüntüsünün grafiği



Şekil 4.49. a) %1 ES ilave edilen fermente mısır silajının termal kamera görüntüsü, **b)** Termal kamera görüntüsünün grafiği

Yapılan çalışmalarda ortam ile olan sıcaklığın 2 santigrat dereceden fazla olmasının bozulma göstergesi olabileceği bildirilmiştir (Kaya ve Polat 2010). Sıcaklık değerlerinin grafikleri incelendiğinde, inkübatör koşullarında depolanan silaj örneklerinin sıcaklıklarının ortam sıcaklıklarına bağlı olarak daha yüksek seyrettiği görülmektedir. Bununla birlikte, silajların depolandığı ortam ile olan sıcaklık farklılıklarına bakıldığında, oda koşullarında sıcaklık farklılıklarının arttığı, kızışma gerçekleştiği ve bu sebeple depolanan silajlarda bozulmanın gerçekleştiği söylenebilir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Silolanan bir materyalin içerisinde kenar ve boşluklardan oksijen girmesi riski söz konusudur. Bununla birlikte, silajın kullanılmak üzere açılması ile silo içerisinde hava girişini engellemek olanaksızdır. Bu gelişmenin sonucunda başta maya ve küf olmak üzere ortamda bulunan, silajlarda bozulmaya neden olan aerobik mikroorganizmalar aktif hale geçerek ortamda bulunan şeker ve fermantasyon ürünlerini tüketmekte, silajda ısınmaya yol açmaktadırlar. Isınan silajların selüloz, protein ve enerji sindirilebilirlikleri düşmektedir. Silolanan bitkinin çok yüksek düzeyde nem içermesi sonucunda, laktik asit fermantasyonu olumsuz etkilemiştir.

Yapılan çalışmada elde ettiğimiz veriler doğrultusunda ilave edilen katkı maddesinin ve oranının; kuru madde, amonyağa bağlı nitrojene, laktik asit oluşumuna, suda çözünebilir karbonhidrat miktarına laktik asit bakterisi miktarına ve maya oluşumu üzerine etkisi olduğu görülmüştür. Depolama sıcaklığının; pH, amonyağa bağlı nitrojen, laktik asit oluşumuna, suda çözünebilir karbonhidratların, laktik asit bakterilerinin sayısı ve maya oluşumuna olumlu etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. Araştırmada kullanılan katkı maddelerinin doz miktarı ve aerobik stabilizeye 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 silajların depolandığı ortamlar (27-28°C ve 36-37°C) ile olan sıcaklık farklılıkları incelendiğinde oda koşullarında sıcaklık farklılıklarının arttığı, kızışma gerçekleştiği ve bu sebeple depolanan silajlarda bozulmanın gerçekleştiği söylenebilir. Bu sonuçlar ile mikrobiyal kompozisyon arasında da paralellik yakalamak mümkündür.

Yüksek nemli fermente mısır silajlarına; silo açım sonrası farklı dozlarda elma sirkesi ve sodyum diasetat ilave edilmesinin aerobik stabilizeyi iyileştirdiği, ancak katkı maddesi dozunun özellikle yüksek sıcaklıklarda tekrar araştırılması gerekli olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca kullanım etkinliğini belirleyen faktörler göz önüne alındığında, yurdumuzun değişik ekolojilerinde farklı bitkisel materyallerden yapılan silajlarda, laboratuvar çalışmaları dışında, saha koşullarında yapılacak çalışmalara ve sonrasında *in vivo* çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

6. KAYNAKLAR

- Aktan N, Yıldırım H (2011). *Sirke Teknolojisi*, II. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, 83, İzmir.
- Albornoz CEH (2012). *Microbiological Analysis and Control of The Fruit Vinegar Production Process*. Doctoral Thesis, Rovira i Virgili University, Department of Biochemistry and Biotechnology, Tarragona, Spain
- Alçıçek A, Özkan K (1997). Silo yemlerinde fiziksel ve kimyasal yöntemlerle silaj kalitesinin saptanması. Türkiye I. Silaj Kongresi, 241-246, Bursa,
- Alonso VA, Pereyra CM, Keller LAM, Dalcero AM, Rosa CAR, Chiacchiera SM, Cavaglieri LR (2013). Fungi and Mycotoxins in Silage: an Overview. *Journal of Applied Microbiology*, 115: 627-643.
- Altınçekiç E, Filya İ (2018). Bakteriyal İnokulant ve Organik Asit Kullanımının Düşük Kuru Maddeli Küçük Balya Mısır Silajlarının Aerobik Stabilite ve Yem Değeri Üzerine Etkisi. *Türk Tarım- Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(7): 887-892.
- Anonim (1986). *The Analysis of Agricultural Material*, Reference Book: 427, 428s, London.
- Anonim (2000). Proposed draft revised regional standart for vinegar, Codex Alimentarius Commisio, FAO, WHO, Rome.
- Anonim (2003). TSE Sirke Tarım Kökenli Sıvılardan Elde Edilen Ürün Tarifler, Özellikler ve İşaretleme, TS 1880 EN 13188, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim (2019). Vinegar Production. <https://www.slideshare.net/yenng5209/vinegar-production> (Erişim tarihi: 17.07.2019)
- Anuar S, Azrina A, Amin İ (2016). Therapeutic Effects of Vinegar: a Review. *Current Opinion in Food Science*, 8:56-61.
- AOAC (2006). *Official Methods of Analysis*. 18th edn. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, VA.
- Ashbell G, Pahlow G, Dinter B (1987). Dynamics of Orange Peel Fermentation During Ensilage. *J. Applied Bact.*, 63:275-279.
- Ashbell G, Weinberg ZG, Hen Y, Filya İ (2002). The Effects of Temperature on the Aerobic Stability of Wheat And Corn Silages. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 28, 261-263.
- Başaran U, Gülümser E, Doğrusöz Çopur M, Mut H, Şahin A (2017). Farklı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Hamur Olum Döneminde Silaj ve Tane Özelliklerinin Belirlenmesi. *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 21(Özel Sayı), 1-5.
- Dabija A, Hatnean CA (2014). Study Concerning The Quality of Apple Vinegar Obtained Through Classical Method. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 20(4): 304-310.
- 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.
- Demirel M, Cengiz F, Çelik S, Erdoğan S (2001). Van Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Mısır ve Macar Fiği Karışımlarının Silaj Kaliteleri ve Besin Maddelerinin Rumende Parçalanabilirlikleri Üzerine Bir Araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(1): 69-78.

- Deswysen AG, Dutilleud P, Godfrin JP, Ellis WC (1993). Nycterohemeral Eating and Ruminating Patterns in Heifers Fed Grass or Corn Silage: Analysis By Finite Fourier Transform. J. Anim. Sci., 71: 2739-2747.
- Düzgün D, Erman M (2009). Termal Kameraların Veteriner Hekimlikte Kullanımı. TUBAV Bilim Dergisi, 2(4): 468-475.
- Entani E, Asai M, Tsujihata S, Tsukamoto Y, Ohta M (1998). Antibacterial Action of Vinegar Against Foodborne Pathogenic Bacteria Including *Escherichia Coli* O157:H7. J. Food Prot., 61: 953-959.
- Filya İ, Sucu E (2003). Silajlarda fermantasyon kalitesi ve aerobik stabilitenin geliştirilmesi üzerinde araştırmalar. Gap III. Tarım Kongresi , şanlıurfa. Bildiriler: 273-278.
- Filya İ (2003). The Effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on the Fermentation, Aerobic Stability, and Ruminant Degradability of Low Dry Matter Corn and Sorghum Silages. J. Dairy Sci., 86: 3575-3581.
- Filya İ (2000). Silaj kalitesinin artırılmasında yeni gelişmeler. International Animal Nutrition Congress 2000, 243-250, Isparta.
- Filya İ, Karabulut A, Işık Y (1997). Bursa bölgesinde silo yemi üretimi ve kullanımını üzerine bir araştırma. Türkiye Birinci Silaj Kongresi Bildirileri, 24-31, Bursa.
- Filya İ, Sucu E, Canbolat Ö (2004). Silaj Fermantasyonunda Organik Asit Kullanımı Üzerinde Araştırmalar, 2. Formik Asit Temeline Dayalı Bir Koruyucunun Çiftlik Koşullarında Yapılan Mısır Silajlarının Fermantasyon, Mikrobiyal Flora, Aerobik Stabilitate Ve *In Situ* Rumen Parçalanabilirlik Özellikleri Üzerine Etkisi. Uludağ. Üniv. Zir. Fak. Derg., 18 (2):35-45.
- Hill JH (1993). How a Corn Plant Develops. Special Reports No:48, Iowa State University of Science and Techonology Cooperative Extension Service, Ames, Iowa.
- Ho CH, Lazim AM, Fazry S, Zaki UKHH, Lim SJ (2017). Varieties, Production, Composition and Health Benefits of Vinegars. A review. Food Chemistry, 221:1621-1630.
- 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): 129-136.
- Kaya ř (2017). Silajlarda Görülen Küf Kaynaklı Aerobik Bozulmaları Anlamak ve Önlemek İçin Pratik Rehber. Mustafa Kemal Üniverstiesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22 (1): 127-134.
- Kılıç A (1986). Silo Yemi (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri). Bilgehan Basımevi, 327s, İzmir.
- 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.
- Koç F, Coşkuntuna L(2003). Silo Yemlerinde Organik Asit Belirlemede İki Farklı Metodun Karşılaştırılması. Hayvansal Üretim, 44 (2): 37-47.
- Koç F, Ünal Ö, Okur AA, Okur E, Özdüven ML (2018). Mısır ve Buğday Silajlarının Termal Kamera Görüntüleme Tekniği Kullanılarak Aerobik Stabilitatesinin Değerlendirilmesi. Alınteri Journal of Agriculture Sciences, 33(1): 55-63.

- Kulkarni SJ (2015). Research and Studies on Vinegar Production-A Review. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology* (www.ijrst.com), 1 (5): 146-148.
- McDonald P, Henderson AR, Heron SJE (1991). *The Biochemistry of Silage*. (2nd ed.). *Chalcombe Publ.*, Church Lane, Kingston, Canterbury, Kent, UK.
- Medina E, Romero C, Brenes M, Castro DA (2007). Antimicrobial Activity of Olive Oil, Vinegar, and Various Beverages Against Foodborne Pathogens. *Journal of Food Protection*, 70 (5): 1194-1199.
- Nadeau EMG, Buxton DR, Russell JR, Allison MJ, Young JW (2000). Enzyme, Bacterial Inoculant, and Formic Acid Effects on Silage Composition of Orchardgrass and Alfalfa. *J. Dairy Sci.*, 83: 1487-1502.
- Ozturk I, Caliskan Ö, Tornuk F, Ozcan N, Yalcin H, Baslar M, Sagdic O, (2015). Antioxidant, Antimicrobial, Mineral, Volatile, Physicochemical and Microbiological Characteristics of Traditional Home-Made Turkish Vinegars. *LWT-Food Science and Technology*, 63: 144-151.
- Öztürk A, Özdemir Y, Göksel Z, (2009). Elma Sirkesi ve Terapötik Etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2 (1): 155-158.
- Pahlow G, Muck RE, Driehuis F, Oude Elferink SJWH, Spoelstra SF (2003). Microbiology of Ensiling. in: Buxton DR, Muck RE, Harrison JH (eds.). *Silage Science and Technology*. Madison, USA: American Society of Agronomy, 31-93.
- Phillip LE, Hidalgo V(1989). Voluntary Feed Intake, Acid-Base Balance and Partitioning of Urinary Nitrogen in Lambs Fed Corn Silage with Added Sodium Bicarbonate or Sodium Sesquicarbonate. *J. Anim. Sci.*, 67: 2116-2122.
- Reeves JB, Blosser TH, Colenbrander VF (1989). Near Infrared Reflectance Spectroscopy for Analyzing Undried Silage. *J. Dairy Sci.*, 72: 79-88.
- Shen YG, Shangguan, XC, Jiang Y, WU SF (2003). Application and Prospect of Sodium Diacetate in Food Industry. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 25(5): 747-751.
- Statistica (1999). *Statistica for the Windows Operating System*, Stat Soft, Inc., Tulsa, OK, USA.
- Tan SC (2005). *Vinegar Fermentation*. Master of Science Thesis, Louisiana State University, Agricultural and Mechanical College, Dept. Food Science.p.101.
- Teller RS, Schmidt RJ, Whitlow LW, Kung Jr L (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.
- Uriarte ME (2001). *Aerobic Stability of Corn Silage*. Unpublished Ph.D. Thesis, . Kansas State University,Manhattan.
- Wen AY, Yuan XJ, Wang J, Desta ST, Shao T (2017). Effects of Four Short-Chain Fatty Acids or Salts on Dynamics of Fermentatio and Microbial Characteristics of Alfalfa Silage. *Animal Feed Science Technology*, 223: 141-148.
- Wilkinson JM, Davies DR (2012). *The Aerobic Stability of Silage: Key Finding and Recent Developments*. *Grass and Forage Science*, 68: 1-19.

- Yang XL ,Han, KQ (2003). Study on the Bacteriostasis of Sodium Diacetate on Mould. *Journal of Tianjin Normal University (Natural Science Edition)*, 23(2): 26-28.
- 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.
- Yucel Sengun İ, Karabiyikli S, (2011). Importance of Acetic Acid Bacteria in Food Industry. *Food Control* 22:647-656.

ÖZGEÇMİŞ

08.06.1992 tarihinde Kırklareli’nde doğdu. İlköğretimini Kırklareli Cumhuriyet İlköğretim Okulu’nda tamamladı. 2010 yılında Kırklareli Mimar Sinan Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi’nden mezun oldu. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü’ndeki öğretimine 2012 yılında başlayıp, 2016 yılında mezun olmuştur. 2016 yılında Namık Kemal Üniversitesi’nde lisansüstü eğitimine başlamıştır.