



**TOPLAM RASYON KARIŞIMINA SU  
İLAVESİNİN YEMİN SICAKLIĞI VE  
MİKROBİYAL KOMPOZİSYONU ÜZERİNE  
ETKİLERİ**

**Burak TÜRKGELDİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Zootekni Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Fisun KOÇ  
2021**

**T.C.**  
**TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TOPLAM RASYON KARIŞIMINA SU İLAVESİNİN YEMİN  
SICAKLIĞI VE MİKROBİYAL KOMPOZİSYONU ÜZERİNE  
ETKİLERİ**

**Burak TÜRKELDİ**

**ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Prof. Dr. Fisun KOÇ**

**TEKİRDAĞ-2021**

**Her hakkı saklıdır.**

## ÖZET

Yüksek Lisans

### TOPLAM RASYON KARIŞIMINA SU İLAVESİNİN YEMİN SICAKLIĞI VE MİKROBİYAL KOMPOZİSYONU ÜZERİNE ETKİLERİ

**Burak TÜRKGELDİ**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Fisun KOÇ

Bu araştırmada, toplam rasyon karışımına (TRK) su ilavesinin yemin sıcaklığı ve mikrobiyal kompozisyonu üzerine etkileri araştırılmıştır. TRK'dan yaklaşık 90 kg laboratuvar ortamına getirilerek deneme başlangıcı için örnek alınmıştır. Daha sonra materyaller 4 muamele grubuna bölünmüştür. 1. grup (%60 KM), 2. grup (%55 KM, 1,81 litre su), 3. grup (%50 KM, 4,0 litre su), 4. grup (%45 KM, 6,66 litre) su ilavesi yapılmıştır. Su ilavesinden sonra yem örnekleri her muamele grubunda 3'er tekrür olmak üzere 24 °C ve 30 °C sıcaklıklarda 48 saat süre ile aerobik stabilite testine tabi tutulmuşlardır. Aerobik stabilitenin 0., 2., 6., 12., 24. ve 48. saatlerinde örnekler üzerinde pH, kuru madde (KM), laktik asit (LA), suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK), laktik asit bakterileri (LAB), maya ve küf sayımları gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın 0. ve 48. saatlerinde yemlerin besin madde kompozisyonuna ilişkin ham protein (HP), ham kül (HK), hem selüloz (HSEL), ham yağ (HY), nötral çözücülerde çözünmeyen lif (NDF) ve asit çözücülerde çözünmeyen lif (ADF) analizleri yapılmıştır. Bunlara ilaveten, T200IR marka termal kamera ile TRK örneklerinde görüntüleme yapılmış ve elde edilen veriler ThermaCAM software programında değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda TRK'nın KM içeriğinin aerobik stabilite üzerinde etkili bir faktör olduğu, %45 ve %50 KM içeren TRK'larda sıcaklık artışının ve maya içeriğinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Toplam rasyon karışımı, Termal kamera, Mikrobiyal kompozisyon, Sıcaklık

2021, 78 sayfa

## ABSTRACT

MSc.Thesis

### EFFECTS OF ADDING WATER TO TOTAL MIXED RATION ON FEED TEMPERATURE AND MICROBIAL COMPOSITION

**Burak TÜRKGELDİ**

Tekirdağ Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Animal Science

Supervisor: Prof Dr. Fisun KOÇ

In this study, the effects of adding water to the total ration mixture (TMR) on feed temperature and microbial composition were investigated. Approximately 90 kg of TMR was brought to the laboratory environment and a sample was taken for the beginning of the trial. The materials were then divided into 4 treatment groups. 1<sup>st</sup> group (60% DM), 2<sup>nd</sup> group (55% DM, 1.81 liters of water), 3<sup>rd</sup> group (50% DM, 4.0 liters water), 4<sup>th</sup> group (45% DM, 6.66 liters) of water was added. After the addition of water, feed samples were subjected to aerobic stability test at 24 °C and 30 °C for 48 hours, 3 replicates in each treatment group. At 0, 2, 6, 12, 24 and 48 hours of aerobic stability, pH, dry matter (DM), lactic acid (LA), water soluble carbohydrate (WSC), lactic acid bacteria (LAB), yeast and mold counts were performed on the samples. Crude protein (CP), Ash, hemicellulose (Hcel), ether extract (EE), nötral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) analyzes were made for the nutrient composition of feeds at the 0th and 48th hours of the study. In addition to these, T200IR branded thermal camera was used to display the total ration mixture samples and the data obtained were evaluated in ThermaCAM software program. As a result of the research, it has been determined that the DM content of TMR is an effective factor on aerobic stability, and the temperature increase and yeast content are higher in TMR's containing 45% and 50% DM.

**Key words:** Total mixed ration, Termal camera, Microbial composition, Temperature

2021, 78 pages

# İÇİNDEKİLER

|  | SAYFA      |
|--|------------|
| <b>ÖZET</b> .....  | <b>i</b>   |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                      | <b>ii</b>  |
| <b>İÇİNDEKİLER</b> .....                                   | <b>iii</b> |
| <b>ÇİZELGE DİZİNİ</b> .....                                | <b>vi</b>  |
| <b>ŞEKİL DİZİNİ</b> .....                                  | <b>vii</b> |
| <b>SİMGELER ve KISALTMALAR</b> .....                       | <b>x</b>   |
| <b>TEŞEKKÜR</b> .....                                      | <b>xi</b>  |
| <b>1. GİRİŞ</b> .....                                      | <b>1</b>   |
| <b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....                         | <b>2</b>   |
| 2.1. Toplam Rasyon Karışımı.....                           | 2          |
| 2.1.1. TRK Uygulamasının Olumlu Yanları.....               | 3          |
| 2.1.2. TRK Uygulamasının Olumsuz Yanları.....              | 4          |
| 2.1.3. TRK'ya Su İlavesi.....                              | 5          |
| 2.2. Aerobik Stabilite.....                                | 6          |
| 2.2.1. Aerobik Stabiliteye Etki Eden Faktörler.....        | 6          |
| 2.2.2. Aerobik Stabiliteyi Etkileyen Miroorganizmalar..... | 7          |
| 2.2.2.1. Mayalar.....                                      | 7          |
| 2.2.2.2. Küfler.....                                       | 8          |
| 2.3. Termal Kamera.....                                    | 8          |
| <b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....                         | <b>10</b>  |
| 3.1. Yem Materyali.....                                    | 10         |
| 3.2. Yöntem.....   | 11         |
| 3.3. Yem Analizleri.....                                   | 11         |
| 3.3.1. Kuru Madde Analizi.....                             | 11         |
| 3.3.2. Ham Kül.....  | 11         |
| 3.3.3. Ham Protein.....                                    | 12         |
| 3.3.4. Ham Yağ.....  | 13         |
| 3.3.5. NDF Analizi.....                                    | 13         |
| 3.3.6. ADF Analizi.....                                    | 14         |
| 3.3.7. Hemiselüloz.....                                    | 15         |
| 3.3.8. Metabolize Olabilir Enerji.....                     | 15         |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.3.9. pH Analizi .....                        | 15        |
| 3.3.10. SÇK Analizi .....                      | 15        |
| 3.3.11. Laktik Asit Analizi .....              | 15        |
| 3.3.11.1. Standart Eğrinin Oluşturulması ..... | 16        |
| 3.3.11.2. Hesaplama .....                      | 16        |
| 3.3.12 Mikrobiyolojik Analizler .....          | 16        |
| 3.3.13. İstatiksel Analizler .....             | 17        |
| <b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI .....</b>            | <b>18</b> |
| 4.1. TRK (%60 KM) .....                        | 18        |
| 4.1.1. KM .....                                | 18        |
| 4.1.2. pH .....                                | 21        |
| 4.1.3. LA .....                                | 22        |
| 4.1.4. SÇK .....                               | 22        |
| 4.1.5. LAB .....                               | 23        |
| 4.1.6. Maya .....                              | 24        |
| 4.1.7. Termal Kamera Görüntüleri .....         | 24        |
| 4.2. TRK (%55 KM) .....                        | 26        |
| 4.2.1. KM .....                                | 28        |
| 4.2.2. pH .....                                | 30        |
| 4.2.3. LA .....                                | 31        |
| 4.2.4. SÇK .....                               | 31        |
| 4.2.5. LAB .....                               | 32        |
| 4.2.6. Maya .....                              | 33        |
| 4.2.7. Termal Kamera Görüntüleri .....         | 33        |
| 4.3. TRK (%50 KM) .....                        | 35        |
| 4.3.1. KM .....                                | 39        |
| 4.3.2. pH .....                                | 39        |
| 4.3.3. LA .....                                | 40        |
| 4.3.4. SÇK .....                               | 40        |
| 4.3.5. LAB .....                               | 41        |
| 4.3.6. Maya .....                              | 42        |
| 4.3.7. Termal Kamera Görüntüleri .....         | 42        |
| 4.4. TRK (%45 KM) .....                        | 44        |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.4.1. KM .....                             | 46        |
| 4.4.2. pH.....                              | 48        |
| 4.4.3. LA .....                             | 49        |
| 4.4.4. SÇK.....                             | 49        |
| 4.4.5. LAB.....                             | 50        |
| 4.4.6. Maya.....                            | 50        |
| 4.4.7. Termal Kamera Görüntüleri .....      | 51        |
| 4.5. TRK'nın Sıcaklık Sensör Verileri ..... | 54        |
| <b>5. TARTIŞMA .....</b>                    | <b>56</b> |
| <b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>            | <b>59</b> |
| <b>KAYNAKLAR.....</b>                       | <b>60</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>                        | <b>67</b> |

## ÇİZELGE DİZİNİ

### SAYFA

|   |    |
|---|----|
| <b>Çizelge 3.1.</b> TRK'nın içerik ve kompozisyonu.....   | 10 |
| <b>Çizelge 4.1.</b> %60 KM içeriğine sahip TRK'nın 0. ve 48. saatte ham besin madde ve hücre çeperi içerikleri..... | 19 |
| <b>Çizelge 4.2.</b> %60 KM içeriğine sahip TRK'nın aerobik stabilite analiz sonuçları.....                          | 20 |
| <b>Çizelge 4.3.</b> %55 KM içeriğine sahip TRK'nın 0. ve 48. saatte ham besin madde ve hücre çeperi içerikleri..... | 27 |
| <b>Çizelge 4.4.</b> %55 KM içeriğine sahip TRK'nın aerobik stabilite analiz sonuçları.....                          | 29 |
| <b>Çizelge 4.5.</b> %50 KM içeriğine sahip TRK'nın 0. ve 48. saatte ham besin madde ve hücre çeperi içerikleri..... | 36 |
| <b>Çizelge 4.6.</b> %50 KM içeriğine sahip TRK'nın aerobik stabilite analiz sonuçları.....                          | 38 |
| <b>Çizelge 4.7.</b> %45 KM içeriğine sahip TRK'nın 0. ve 48. saatte besin madde ve hücre çeperi içerikleri.....     | 45 |
| <b>Çizelge 4.8.</b> %45 KM içeriğine sahip TRK'nın aerobik stabilite analiz sonuçları.....                          | 47 |
| <b>Çizelge 4.9.</b> Aerobik stabilite süresince sıcaklık sensör verilerine ilişkin ortalama değerler (°C).....      | 54 |



## ŞEKİL DİZİNİ

### SAYFA

|   |    |
|---|----|
| Şekil 4.1. TRK (%60 KM) yemlerin KM değerleri.....  | 21 |
| Şekil 4.2. TRK (%60 KM) yemlerin pH değerleri.....  | 21 |
| Şekil 4.3. TRK (%60 KM) yemlerin LA değerleri.....  | 22 |
| Şekil 4.4. TRK (%60 KM) yemlerin SÇK değerleri.....   | 23 |
| Şekil 4.5. TRK (%60 KM) yemlerin LAB değerleri.....   | 23 |
| Şekil 4.6. TRK (%60 KM) yemlerin maya değerleri.....  | 24 |
| Şekil 4.7. %60 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 0. saatinde termal kamera görüntüsü ve grafiği.....                 | 24 |
| Şekil 4.8. %60 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 24. saatinde 30 °C yapılan termal kamera görüntüsü ve grafiği.....  | 25 |
| Şekil 4.9. %60 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 24. saatinde 24 °C yapılan termal kamera görüntüsü ve grafiği.....  | 25 |
| Şekil 4.10. %60 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 48. saatinde 30 °C yapılan termal kamera görüntüsü ve grafiği..... | 26 |
| Şekil 4.11 %60 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 48. saatinde 24 °C yapılan termal kamera görüntüsü ve grafiği.....  | 26 |
| Şekil 4.12. TRK (%55 KM) yemlerin KM değerleri.....   | 30 |
| Şekil 4.13. TRK (%55 KM) yemlerin pH değerleri.....   | 30 |
| Şekil 4.14. TRK (%55 KM) yemlerin LA değerleri.....   | 31 |
| Şekil 4.15. TRK (%55 KM) yemlerin SÇK değerleri.....  | 32 |
| Şekil 4.16. TRK (%55 KM) yemlerin LAB değerleri.....  | 32 |
| Şekil 4.17. TRK (%55 KM) yemlerin maya değerleri.....   | 33 |
| Şekil 4.18. %55 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 0. saatinde termal kamera görüntüsü ve grafiği.....                | 33 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Şekil 4.19.</b> %55 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 24. saatinde 30 °C yapılan termal kamera görüntüsü ve grafiği..... | 34 |
| <b>Şekil 4.20.</b> %55 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 24. saatinde 24 °C yapılan termal kamera görüntüsü ve grafiği..... | 34 |
| <b>Şekil 4.21.</b> %55 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 48. saatinde 30 °C yapılan termal kamera görüntüsü ve grafiği..... | 35 |
| <b>Şekil 4.22</b> %55 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 48. saatinde 24 °C yapılan termal kamera görüntüsü ve grafiği.....  | 35 |
| <b>Şekil 4.23.</b> TRK (%50 KM) yemlerin KM değerleri.....   | 39 |
| <b>Şekil 4.24.</b> TRK (%50 KM) yemlerin pH değerleri.....   | 40 |
| <b>Şekil 4.25.</b> TRK (%50 KM) yemlerin LA değerleri.....   | 40 |
| <b>Şekil 4.26.</b> TRK (%50 KM) yemlerin SÇK değerleri.....  | 41 |
| <b>Şekil 4.27.</b> TRK (%50 KM) yemlerin LAB değerleri.....  | 41 |
| <b>Şekil 4.28.</b> TRK (%50 KM) yemlerin maya değerleri.....   | 42 |
| <b>Şekil 4.29.</b> %50 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 0. saatinde termal kamera görüntüsü ve grafiği.....                | 42 |
| <b>Şekil 4.30.</b> %50 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 24. saatinde 30 °C yapılan termal kamera görüntüsü ve grafiği..... | 43 |
| <b>Şekil 4.31.</b> %50 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 24. saatinde 24 °C yapılan termal kamera görüntüsü ve grafiği..... | 43 |
| <b>Şekil 4.32.</b> %50 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 48. saatinde 30 °C yapılan termal kamera görüntüsü ve grafiği..... | 44 |
| <b>Şekil 4.33</b> %50 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 48. saatinde 24 °C yapılan termal kamera görüntüsü ve grafiği.....  | 44 |
| <b>Şekil 4.34.</b> TRK (%45 KM) yemlerin KM değerleri.....   | 48 |
| <b>Şekil 4.35.</b> TRK (%45 KM) yemlerin pH değerleri.....   | 48 |
| <b>Şekil 4.36.</b> TRK (%45 KM) yemlerin LA değerleri.....   | 49 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Şekil 4.37.</b> TRK (%45 KM) yemlerin SÇK değerleri.....  | 50 |
| <b>Şekil 4.38.</b> TRK (%45 KM) yemlerin LAB değerleri.....  | 50 |
| <b>Şekil 4.39.</b> TRK (%45 KM) yemlerin maya değerleri.....   | 51 |
| <b>Şekil 4.40.</b> %45 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 0. saatinde termal kamera görüntüsü ve grafiği.....                | 51 |
| <b>Şekil 4.41.</b> %45 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 24. saatinde 30 °C yapılan termal kamera görüntüsü ve grafiği..... | 52 |
| <b>Şekil 4.42.</b> %45 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 24. saatinde 24 °C yapılan termal kamera görüntüsü ve grafiği..... | 52 |
| <b>Şekil 4.43.</b> %45 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 48. saatinde 30 °C yapılan termal kamera görüntüsü ve grafiği..... | 53 |
| <b>Şekil 4.44</b> %45 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 48. saatinde 24 °C yapılan termal kamera görüntüsü ve grafiği.....  | 53 |
| <b>Şekil 4.45.</b> %45 KM içerikli TRK'nın 24 °C ve 30 °C sensör veri grafiği.....   | 55 |
| <b>Şekil 4.46.</b> %50 KM içerikli TRK'nın 24 °C ve 30 °C sensör veri grafiği.....   | 55 |
| <b>Şekil 4.47.</b> %55 KM içerikli TRK'nın 24 °C ve 30 °C sensör veri grafiği.....   | 55 |
| <b>Şekil 4.48.</b> %60 KM içerikli TRK'nın 24 °C ve 30 °C sensör veri grafiği.....   | 55 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR

|      |                                     |
|------|-------------------------------------|
| ADF  | : Asit çözücülerde çözünmeyen lif   |
| HK   | : Ham kül                           |
| HP   | : Ham protein                       |
| HSel | : Hemiselüloz                       |
| HY   | : Ham yağ                           |
| KM   | : Kuru madde                        |
| Kob  | : Koloni oluşturan birim            |
| LA   | : Laktik asit                       |
| LAB  | : Laktik asit bakterileri           |
| ME   | : Metabolik Enerji                  |
| NDF  | : Nötral çözücülerde çözünmeyen lif |
| SÇK  | : Suda çözünebilir karbonhidrat     |
| TM   | : Taze materyal                     |
| TRK  | : Toplam rasyon karışımı            |

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Fisun KOÇ' a, ilgisini ve önerilerini göstermekten kaçınmayan sayın Prof. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN' e, termal kamera görüntülemesinin yapılması ve değerlendirilmesi ile ilgili konulardaki yardımlarından dolayı Araş. Gör. Dr. Ersen OKUR' a sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım. Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca yardım, bilgi ve tecrübeleri ile bana sürekli destek olan Zootekni Bölümündeki 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.

Şubat, 2021

Burak TÜRKGELDİ  
Ziraat Mühendisi

## 1. GİRİŞ

Toplam rasyon karışımı (TRK) hayvanlara farklı kaba ve yoğun yem öğelerinin topluca tek bir karışım halinde verildiği yemleme şekli olarak tanımlanmaktadır (Kılıç ve Polat, 2002). TRK'nın önemli bir bölümü su içeriği yüksek kaba yemlerden (silaj, posa vs.) oluşmaktadır. Dolayısı ile su içeriği yüksek olan materyallerin bir araya getirilmesi TRK'yı aerobik bozulma açısından elverişli bir hale getirmektedir. Materyallerin her birinden gelen mikroorganizma yükü TRK'ya eklenmiş olmaktadır (Ashbell, Weinberg, Hen ve Filya, 2002). Tüm bu faktörler, silajdan daha fazla TRK'da sıcaklık artışına neden olmaktadır (Kung vd., 1998). Özellikle sıcak havalarda mikrobiyal aktivitenin hızlanmasına bağlı olarak TRK'da sıcaklık artışı bir sorun teşkil etmektedir. Çiftlik koşullarında, TRK'nın karıştırma işleminden 12 saat sonra kızışmanın başladığı yönünde çalışmalar mevcuttur (Kung, 2010). TRK sıcaklığının artmasının potansiyel olumsuz sonuçları; kuru madde kaybı, yem tüketiminin azalması ve bunu takiben süt üretiminde azalma şeklinde sıralanabilir (Seppälä, Heikkilä, Mäki ve Rinne, 2016). Bu olumsuzluklardan kaçınmak için yemlerin daha az miktarlarda ve kısa aralıklarla hazırlanması bir seçenektir. Ancak bu pratik yöntemler iş gücü maliyetlerini artırması sebebi ile her zaman tercih edilmeyebilir.

TRK'da silaj, posa vb. su içeriği yüksek yemlerle kuru yemlerin karıştırılması yem parçacıklarının birbirine tutunmasını kolaylaştırmaktadır. TRK uygulamalarında yemdeki nem oranının %33-55 arasında olması homojenizasyonun sağlanması ve yem seçiminin engellenmesi için gereklidir. Genel olarak karma yemlerde özellikle süt sığırcılığında silaj %60-70 civarında nem içerse de diğer yem hammaddelerinin nem oranı %10-20 düzeyinde kaldığı için elde edilen rasyon karışımının nem oranı istenilen düzeyin altında kalmaktadır. Nem oranını artırmak amacıyla rasyonun kuru maddesi hesaplandıktan sonra su ilavesi yapılması gerekmektedir. Ayrıca yem içerisindeki hammadde çeşidi ve oranına bağlı olarak yeme katılacak su miktarı değişmektedir (Kononoff, Heinrichs ve Buckmaster, 2003). Nem oranının artması ise yemin bozulmasını hızlandırmaktadır.

Bu araştırmada TRK'ya farklı oranlarda su ilavesinin, farklı ortam sıcaklığında yemin sıcaklığı ve mikrobiyal kompozisyonu üzerindeki etkilerini belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Toplam Rasyon Karışımı

Total Mixed Ration (TMR), Complete Feeds (CF) ve türkçe olarak da Toplam Karışım Rasyonu (TKR) veya Toplam Rasyon Karışımı (TKR) vb. bir dizi isim altında tanımlanan özellikle de süt sığırcılığında uygulanan bir yemleme şeklidir (Kalkan, 1999). Bu yemleme şeklinde, hayvanlara tüketim amacıyla verilen farklı kaynak ve bileşimdeki yem öğelerinin topluca tek bir karışım halinde *ad libitum* olarak tüketim olanağı verilir (Kılıç, 2000). Bunun için TRK'ya iştirak etmesi planlanan her tür kuru kaba yemler veya suca zengin kaba yemler, yoğun yemler, mineral yemler ve vitaminler yanı sıra her tür katkı maddeleri tek bir karışım haline getirilmiş durumdadır. Karışımın formülasyonu hayvanların besin maddeleri gereksinimi dikkate alınarak, uzman kişiler tarafından hesaplanarak hazırlanmak durumundadır (Hoffman et al., 1998). Burada üreticiye düşen tek şey, şayet kendi işletmesinde böyle bir karışımı hazırlama olanağı var ise kendi TRK'sını, kendisi hazırlayıp veya bir kurum ya da kuruluştan temin ederek her gün ya da belli zaman aralıkları ile hayvanların *ad libitum* olarak tüketimleri amacı ile servis etmektir (Kılıç, 2000). TRK'nın kullanımı halinde, hayvan gruplarına bir diğer yem veya yem öğesinin verilmesine gereksinim duyulmaz. Bu açıdan üretici ve uygulanması bakımından ilk planda, son derece cazip bir yemleme uygulaması olarak benimsenmiştir. Nitekim, TRK'nın kısa sürede güncel bir konu haline gelmesinde aşağıdaki nedenlerin etkin rolü olmuştur (Helner ve Potthassi, 1985; Hampel, 1994; DLG, 1995).

a. Düve yetiştiriciliğinde, özellikle sürü büyüklüğünün çok fazla olduğu işletmelerde üretici, uygulanan yemleme sisteminin olanak ölçüsünde basitleştirilmesi ve bu amaçla iş gücüne duyulan gereksinimin en alt sınıra çekilmesini ister. Böyle bir sistem iş gücü temininin güç ve pahalı olduğu yer ve zamanlarda kendi ağırlığını daha açık ortaya koyar.

b. İşletmelerde insan el emeği ve gücü yerine makine kullanımını eğilimi artar ve üretici bu konularda yeterli bilgi edinme gereksinimi duyar yani üretici kendini eğitmek zorunda hisseder.

c. Özellikle yüksek süt verimli ineklerin, sağım sırası kendilerine verilen verim pay karma yemini, sağım süresinin sınırlı olması dolayısıyla yeterince tüketememeleri sorunu yaygındır. Böylece hayvanların kalıtsal yem tüketim yeteneklerinden yeterince yararlanma şansı ortadan kalkar. Bu hayvanların daha fazla verim payı yemini tüketebilmeleri için sağım yerinde daha uzun süreli tutulması ise, sağım işlerini ciddi boyutlarda uzatır ve genelde işletme iş trafiğini

aksatır. O nedenle, bu tür yemlerin sağım dışı zamanlarda tüketime sunulması zorunludur ki, hayvanın kalıtsal yeteneğinden özlenen düzeyde yararlanma şansı kaybolmasın.

d. Yine özellikle süt ineklerinde, sağım sırası ya da sonrası verim payı yeminin hayvanın verim düzeyine uygun olarak dağıtımının, bireysel verim farklılıklarının çok fazla olması dolayısıyla denetimi son derece güçtür ve bu zamanla üreticide işin yapılabilirliği bakımından bıkkınlık getirebilmektedir. Ayrıca her hayvanın sağım sırası ne kadar yoğun yem tüketmiş olduğunun saptanması da günlük iş akışı içinde oldukça zordur. Bu nedenlerle üretici, yemleme işinin kolaylaştırılmasına olanak veren her tür yeniliğe ve öneriye hazırdır.

Her yemleme uygulamasında olduğu gibi TRK uygulamasının da kendine özgü olumlu ve olumsuz yanları vardır.

### **2.1.1. TRK Uygulamasının Olumlu Yanları**

a. Sürü ya da grup yemlemesine son derece yatkındır. Böylece yemlemede mekanizasyona uygun bir karaktere sahip olup iş zamanı ve gücünden önemli arttırım sağlar.

b. Hayvan başına günlük yem tüketimi, kuru madde de toplamda 1,5 – 2,0 kg kadar daha yüksektir.

c. Biyolojik yemlemeye yatkın bir yemleme uygulamasıdır. Dolayısıyla gün boyu rumen koşullarının değişiminde önemli sayılabilecek sapmalar meydana gelmez (Schingoethe, 2017).

d. Sürü ya da gruptaki çekinik ve baskın hayvanların yem tüketimleri zarar görmez. Bu haliyle çekinik ve çok yüksek verimli hayvanların yetersiz, baskın ve düşük verimli hayvanların ise fazla yem tüketmeleri olasılığı en alt sınıra çekilmiş durumdadır (DeVries ve von Keyserling, 2009; Greter, Leslie, Mason, McBride ve DeVries, 2010).

e. Rasyonu oluşturan yem öğelerinin selektif olarak tüketimleri ortadan kaldırılmıştır.

f. Yem tüketimi sınırlandırılmadığından, hayvanlara gün boyu kendi istemleri doğrultusunda yem tüketim olanağı sağlanmıştır.

g. İşletmede ya da çevresindeki ucuz yan ürünlerin (alternatif yem kaynaklarının) en etkin şekilde kullanılmasına olanak tanır.

h. Yemleme koşulları büyük ölçüde standardize edilmiş olduğundan hayvanların bireysel olarak verim düzeyleri bakımından karşılaştırılmalarına olanak sağlar.



i. Yemleme iş gücü ve zamanı gereksiniminden artırım sağlar. Yemleme işi daha sevilerek, benimsenerek yapılabilir bir iş haline gelir.

j. Yem tüketim yeri sınırlandırılmadığından yemliklerin daha fleksibl olarak kullanımı olasıdır. Böylece barınak yapımında önemli azalmalar meydana gelir.

k. Yoğun yemler ya da verim payı yemlerinin servisi için son yıllarda geniş kullanım alanı bulan ve fakat oldukça pahalı olan bilgisayar donanımlı çağrılı yemliklerin kullanımı zorunluluğu ortadan kalkar.

### **2.1.2. TRK Uygulamasının Olumsuz Yanları**

TRK uygulamasının yukarıda değinilen kimi olumlu yanlarının yanı sıra olumsuz yanlarının da bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir.

a. Sürü hayvan varlığının verim düzeylerine göre gruplandırılması (en az 2, daha uygun olanı 3 grup halinde) şarttır.

b. TRK'nın hazırlanması için gereksinim duyulan rutin işler artar.

c. Mer'alatma olanağının olduğu yer ve zamanlarda yeşil yemlerle olan mer'a yemlemesinin uygulanması en uygun olanıdır. Ne var ki böyle hallerde mer'a yemlemesinin açık bıraktığı besin maddeleri gereksinim açığına uygun düşecek TRK'nın hazırlanması ve kullanımına ayrı bir özen gösterilir.

d. Yeterli önlem alınmaz ve her grup kendi besin maddeleri gereksinimine uygun düşen TRK'larla yemlenmez ise, kimi hayvanların yetersiz yemleme koşullarına maruz kalmalarına karşın, diğer hayvanların fazla yem tüketimleri engellenemez ve böylece yem girdileri de artar. TRK'ların belli bir grup için hazırlanması sırasında yapılacak bir hata ve bunun düzeyinin neden olacağı olumsuzluklar tüm grup hayvanlara yansır (Kılıç, 2000).

f. Kullanılacak TRK'ların daima taze olarak hazırlanması, uygulamada kimi güçlüklerle neden olabilir.

g. Yemden yeme geçişler, tüm grup içi hayvanları kapsar yani gruptaki tüm hayvanlar için geçerlidir.

h. TRK'nın hazırlanması sırası silo yemleri, kuru otlar vb yemler dışında kullanılacak diğer kimi yem öğelerinin (örneğin posalar, şlempeler, küspeler, yoğun yemler, mineral ve vitamin karışımları) depo gereksinimi artar. Dolayısıyla başlangıçta toplu girdi fiyatları

yükselir. Bu arada özellikle yaz aylarında TRK'nın depolanması ve uygulanmasında işletmenin içinde bulunduğu kendine özgü kimi sorunlar yaşanabilir.

i. Hazırlanan TRK'nın oluşturulmasında kaba ve yoğun yemlerle mineral ve vitamin karışımları topluca bir arada bulundurulduğundan homojenliğin sağlanmasında güçlük yaşanır.

j. TRK uygulaması, genelde hayvan varlığı büyük sürüler için uygun bir yemleme şeklidir (Kılıç, 2000).

### 2.1.3. TRK'ya Su İlavesi

Süt sığırcılığında, istikrarlı ve verimli bir sürü elde etmek için gereken dengeli besinleri sağlamak amacıyla TRK beslemesi yaygındır. Sürüdeki hayvanlar, farklı dönemlerde ve farklı gruplarda değişik hammaddelerden oluşan TRK ile beslenirler. Bu değişiklikler farklı nem içeriğine sahip TRK'ların hazırlanmasına, bu da hayvanlar üzerinde farklı sonuçlara neden olmuştur. Bu konuda yapılan araştırmalarda TRK'ya su eklenerek nem içeriği artırıldığında, yem tüketiminde artış (Lahr vd., 1983), daha az yem seçimi (Leonardi ve Armentano, 2003; Leonardi vd, 2005), daha az tozlanma (Arzola Álvarez vd., 2010) ve daha düşük yem kayıpları olduğu bildirilmiştir. Bazı çalışmalarda ise yeme su ilavesinin, hiçbir etkisinin olmadığı (Fish ve DeVries, 2012), yem tüketiminde azalmaya neden olduğu (Kellems, Jones, Andrus ve Wallentine, 1991; Felton ve DeVries, 2010) ve yem seçiminde artışa (Miller-Cushon ve DeVries, 2009; Felton ve DeVries, 2010) neden olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmaların sonuçlarındaki farklılıklar, yem kompozisyonlarındaki çeşitlilik (kaba yem-konsantre yem oranı, yem kaynakları ve partikül uzunluğu), çevre koşulları (sıcaklık ve nem) ve nemi değiştirmek için kullanılan yöntemlerden (su ilavesi) kaynaklanıyor olabilir.

Rasyona su ilavesinin KM tüketimine ilişkin çalışmalarda, genel olarak kuru dönemdeki süt sığırı rasyonunun KM içeriğini azaltmanın, kuru dönemde yem tüketim ve beslenme davranışının yanı sıra doğum sonrası rumen sağlığı üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermektedir (Havekes, Duffield, Carpenter ve DeVries, 2020). Lahr (1983), %45'ten az KM içeren bir rasyonun kuru madde tüketimini kısıtlayabileceğini belirtmiş, benzer şekilde rasyondaki KM içeriğinin azalmasıyla (%78, %65, %53 ve %40 KM) kuru madde tüketiminde doğrusal bir azalma olduğunu bildirmiştir.

TRK'ya su ilavesi, yem seçme miktarını azaltmak için faydalı bir yönetim uygulaması olarak kabul edilmiştir. Araştırmacılar da bunun doğruluğunu kanıtlamak için yem seçimi üzerine rasyonların nem içeriğinin etkisini belirlemek amacıyla araştırmalar yapmışlardır

(Miller-Cushon ve DeVries, 2009; Felton ve DeVries, 2010; Fish ve DeVries, 2012). Bazı araştışıcılar TRK'na su ilavesinin yem seçimini azalttığını savunsa da (Leonardi, 2005) bazı araştışıcılar aksi yönde bulgular bildirmiştir (Miller-Cushon ve DeVries, 2009; Felton ve DeVries, 2010). Bazı araştırma sonuçlarında ise yeme su ilavesinin yem seçimine hiçbir etkisinin olmadığını tespit edilmiştir (Fish ve DeVries, 2012).

Nem oranı düşük olan laktasyondaki ineklerin rasyonlarına su ilavesinin, yem seçimine ve sonuçta daha yüksek süt yağı içeriği dahil olmak üzere bazı yararlı etkilere sahip olduğu gösterilmiştir (Leonardi, 2005). Bir diğer araştırmada ise hayvanların yem seçimi, tüketilen rasyonda gerekli lif kaynağı bakımından düşük, kolay fermente olabilen karbonhidratların amaçlanandan daha yüksek ve etkili olmasına dolayısıyla subklinik asidoz riskinin artmasına neden olabileceği belirtilmiştir (DeVries, Dohme ve Beauchemin, 2008). Bu nedenle TRK'ya su ilave edilirken dikkat edilmeli uygun KM aralığı ayarlanmalıdır.

## **2.2. Aerobik Stabilite**

Hayvan beslemede silajla ilgili karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi aerobik stabilite sorunudur. Aerobik stabilite, açılan bir silajın hava ile temas ettikten sonra, ısınmadan ve bozulmadan kaldığı sürenin uzunluğu olarak tanımlanmaktadır (Kung, 2010; Toruk, Koç ve Gönüloğ, 2010). Silo içerisine gerek fermantasyon gerekse de stabil dönemde hiç oksijen girmese bile silajın yemleme döneminde kullanılmak üzere açılmasıyla birlikte yoğun bir şekilde oksijen girişi olmaktadır. Bu durum silaj içerisinde silajın bozulmasına neden olan başta maya ve küf olmak üzere aerobik mikroorganizmaların aktif hale gelmesine neden olmaktadır. Bunun sonucu olarak da silajda sıcaklık artışı, pH'da yükselme ve kuru madde kaybı meydana gelmektedir (Muck ve Shinnors, 2001; Danner, Holzer, Mayrhuber ve Braun, 2003; Kung, 2010; Wilkinson ve Davies, 2013).

### **2.2.1. Aerobik Stabiliteye Etki Eden Faktörler**

Silajlarda ve TRK'nın aerobik bozulmasını en önemli göstergelerinden birisi sıcaklığın yükselmesi, maya ve küftür. Mayalar düşük oksijen seviyelerinde bile yaşayabilme yeteneğine sahiptir. Aerobik bozulmayı sağlayan mikroorganizmaların büyüme ve gelişmesini etkileyen asıl faktörler ise oksijen konsantrasyonu, sıcaklık, su aktivitesi, pH, organik asit konsantrasyonu ve katkı maddelerinin kullanımındır (Ashbell, Weinberg, Hen ve Filya 2002). Silajlar ve nem içeriği yüksek posalar v.b. TRK'nın aerobik stabilitesini de etkilemektedir. Tüm silajlarda ve suca zengin yem materyallerinde kullanım aşamasında aerobik bozulma kaçınılmazdır. Ancak,

yemleme yönetimi bakımından değerlendirildiğinde asıl önemli olan konu, aerobik bozulma sonucundaki kayıpların minimize edilmesidir. Bu konuda silaj ve suca zengin materyallerin aerobik bozulmaya karşı direncini arttıracak uygulamalar, silajın açılması ve yedirilmesi esnasında kullanılan teknikler, aerobik bozulmaya karşı direncini arttırabilecek uygulamaların başında yer almaktadır (Koç, Coşkuntuna, Özdüven ve Coşkuntuna, 2010).

Su ilavesinin TRK'nın aerobik stabillitesi üzerine etkileri ile ilgili çalışmalarda TRK'nın daha fazla nem içeriğine sahip olmasının silajdaki uçucu yağ asidi profillerini, yemde bulunan küf ve mayaları da etkilediği için bu durumun TRK'nın bozulmaya ve ısınmaya daha yatkın olmasına yol açabileceği bildirilmiştir (Eastridge, 2006; Felton ve DeVries, 2010).

## **2.2.2. Aerobik Stabilliteyi Etkileyen Miroorganizmalar**

### **2.2.2.1. Mayalar**

Mayalar fakültatif anaerobik, ökaryotik, heterotrofik ve tomurcuklanma ile yayılan mikroorganizmalardır. Mayalar silaj yapımı sırasında, özellikle aerobik solunum döneminde, anaerobik fermentasyon döneminin başlangıcında ve aerobik besleme döneminde faaliyet gösterirler. Her ne kadar silajın aerobik bozulmasından birinci derecede mayalar sorumlu olmasalarda, anaerobik şartlar altında da birçok maya türü glikoz, maltoz ve sukroz gibi şekerleri öncelikle etanol ve karbondioksite, az miktarda da diğer alkollere (örneğin propanol, 2-butanediol, pentanol v.d.) ve asetat, propiyonat ve bütrat gibi bazı uçucu yağ asitlerine fermente ederler. Aerobik şartlar altında mayalar LA'yi okside ederek ortamın pH seviyesini yükseltir ve silajı bozacak diğer istenmeyen mikroorganizmaları da aktif hale gelmeleri için tetiklerler. Hem aerobik hem de anaerobik şartlardaki maya aktivitesi silaj kalitesi bakımından arzu edilmeyen fermentasyon olarak kabul edilir. Çünkü bu fermentasyon tiplerinde yüksek miktarda kuru madde kaybı gerçekleşir, silaj kötü kokmaya başlar ve bu kötü koku sütte de kendini açıkça gösterir. Ayrıca mayalar silajın ve TRK'nın aerobik bozulmasını başlatan mikroorganizmaların en önemlisi olarak kabul edilir. Mayalar anaerobik şartlarda ayrıca laktat üretimi de gerçekleştirirler. Genellikle çok asidik ortama dayanmasalar da *Candida*, *Hansenula*, *Saccaromyces* ve *Torulopsis* cinslerine ait türlerin bazılarının asit dayanımı yüksektir. Silaj yapımının ilk aşamalarında, özellikle de ilk haftada, mayaların sayısı  $10^7$  kob/g silaj seviyelerine kadar çıkabilir. Depolama süresi ilerledikçe sayılarında önemli azalmalar görülür. Silajın fermantasyon evresinde mayaların hayatta kalması, anaerobik şartların devamlılığına, silajın pH seviyesine, organik asitlerin konsantrasyonuna ve maya türüne bağlı olarak değişir (Kızılışımşek, Öztürk, Küsek, Mokhtar ve Ertem, 2016).

### 2.2.2.2. Küfler

Küfler genellikle aerobik mikroorganizmalar olduklarından, silaj içerisindeki gelişimleri genellikle iyi kapatılmamış veya iyi sıkıştırılmamış siloların yüzey tabakasına yakın kısımlarında gelişme gösterirler. Küfler ayrıca, besleme döneminde silajın aerobik bozulmasında önemli rol oynarlar. Silajlarda en sık rastlanan küfler genellikle *Penicilium*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Byssochlamys*, *Absidia*, *Arthrinium*, *Geotrichum*, *Monascus*, *Scopulariopsis* ve *Trichoderma* cinslerine aittir (McDonald, Henderson ve Heron, 1991; Nout, Bouwmeester, Haaksma ve Dijk, 1993). Silaj içerisinde bulunan çoğu küfler, hayvanlarda yem tüketiminin azalması, düşük miktarının artması, hormonal dengesizlik ve bağışıklık sisteminin zayıflaması gibi birçok olumsuz duruma neden olan bir veya birkaç mikotoksin üretirler. Bu mikroorganizmaların silaj içerisinde dominant tür haline gelebilme yetenekleri, yüksek karbondioksit konsantrasyonlarına (800 mL L<sup>-1</sup>), toleransları, yüksek asetik asit seviyelerine (3.5 pH seviyesinde 15 g/kg) dayanıklılıkları ve çok düşük oksijen seviyelerinde (1.4 mL L<sup>-1</sup>) bile gelişebilmeleri gibi özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Lacey, 1989).

### 2.3. Termal Kamera

Kızılötesi termografi, modern ve güvenli bir termal profil görselleştirme tekniğidir. Yeryüzündeki her nesne, ışık spektrumunun kızılötesi kısmında ısı radyasyonu üretir. Yoğunluğu ve spektrum dağılımı kütlenin sıcaklığına ve yüzey katmanının radyasyon özelliklerine bağlıdır. Bu tür radyasyonu algılayabilen termografik tarama ekipmanı (Termal kamera) kullanılarak, sıcaklıktaki çok küçük değişiklikler bile doğru bir şekilde izlenebilir. Tarama ile elde edilen veriler bilgisayar tarafından işlenir ve sıcaklık alanının ayrıntılı bir analizini sağlayan sıcaklık haritaları şeklinde gösterilir. Bir kızılötesi kamera, bir nesneden yayılan kızılötesi radyasyonu ölçer ve görüntüler. Radyasyonun nesne yüzey sıcaklığının bir fonksiyonu olması, kameranın bu sıcaklığı hesaplamasını ve görüntülemesini mümkün kılar (Knížková, Kunc, Koubkova, Flusser ve Dolezal, 2000).

Termal kameralar, kızılötesi dalga boyu (Infrared/IR) spektrumunda, materyalle direkt temas etmeksizin sıcaklık modellerini algılayan cihazlardır (Düzgün ve Erman, 2009).

Günümüzde termal kameraların sağlık, savunma, veterinerlik, çevre, gıda, tarım ve sivil birçok alanda kullanım alanları artmıştır. Ayrıca, son dönemlerde termal kameraların silajlarda gerek fermantasyon gerekse aerobik stabilite döneminde kullanılmasına yönelik çalışmalarda devreye sokulmuştur. Bu konuda yapılan araştırmalarda ise termal kamera görüntüleme

tekniginin aerobik stabilite döneminde değerlendirme yöntemi olarak kullanılabileceği yönündedir (Manickavasagan, Jayas, White ve Paliwal, 2010; Addah, Baah, Okine ve McAllister, 2012; Koç, Özdüven, Demirci ve Şamlı, 2018; Ünal, Koç, Ağma Okur ve Özdüven, 2018).



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Yem Materyali

Çizelge 3.1'de içeriği ve kompozisyonu belirtilen TRK'dan yaklaşık 90 kg laboratuvar ortamına getirilerek deneme başlangıcı için örnek alınmıştır.

Çizelge 3.1. TRK'nın içerik ve kompozisyonu

| İçerik                      | % KM  |
|-----------------------------|-------|
| Mısır silajı                | 24,11 |
| Yüksek nemli dane mısır     | 18,06 |
| Mısır DDGS                  | 5,36  |
| Arpa                        | 3,37  |
| Ayçiçeği küspesi            | 1,50  |
| Yonca kuru otu              | 13,05 |
| Kanola küspesi              | 5,03  |
| Şeker pancarı posası        | 0,57  |
| Saman                       | 2,27  |
| Ham dane ayçiçek            | 0,92  |
| Soya kabuğu                 | 0,93  |
| Çiğit                       | 5,89  |
| Pirinç kepeği               | 3,68  |
| Razmol                      | 2,43  |
| Melas                       | 0,89  |
| Portakal posası             | 3,49  |
| Masarasyon suyu             | 5,12  |
| Mermer tozu                 | 0,62  |
| Vitamin ve mineral premiksi | 0,42  |
| Ecomass                     | 0,42  |
| Tamponlayıcı                | 0,30  |
| Tuz                         | 0,21  |
| Potasyum karbonat           | 0,20  |
| Omnigen af                  | 0,14  |
| Toksin bağlayıcı            | 0,04  |

Daha sonra materyaller 4 muamele grubuna bölünmüştür. 1. grup (%60 KM), 2. grup (%55 KM, 1,81 litre su), 3. grup (%50 KM, 4,0 litre su), 4. grup (%45 KM, 6,66 litre) su ilavesi yapılmıştır. Su ilavesinden sonra yem örnekleri her muamele grubunda 3'er tekerrür olmak üzere 24 °C ve 30 °C sıcaklıklarda 48 saat süre ile aerobik stabilite testine tabi tutulmuşlardır. Yem örneklerindeki sıcaklık değişimleri ve ortam sıcaklığı 10 dakika aralıklarla 48 saat süreyle (hobo pentant data logger) takip edilmiştir (Chen, Stokes ve Wallace, 1994). Aerobik stabilitenin 0., 2., 6., 12., 24. ve 48. saatlerinde örnekler üzerinde pH, kuru madde (KM), laktik asit (LA), suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK), laktik asit bakterileri (LAB), maya ve küf sayımları gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın 0. ve 48. saatlerinde yemlerin besin madde kompozisyonuna ilişkin KM, ham protein (HP), ham kül (HK), ham yağ (HY), Nötr çözücülerde çözünmeyen lif

(NDF), Asit çözücülerde çözünmeyen lif (ADF) analizleri yapılmıştır. Hemiselüloz (HSel) ve metabolik enerji (ME) değerleri hesaplanmıştır.

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

### 3.2.Yöntem

Araştırmada yem örneklerinde aerobik stabilite döneminin 0., 2., 6., 12., 24. ve 48. saatlerinde kimyasal ve mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir.

### 3.3. Yem Analizleri

#### 3.3.1. Kuru Madde Analizi

Yem örneklerinden yaklaşık 4-6 gram darası alınmış porselen kroze içerisine konarak 105 °C' de kurutulmuştur. Kurutma işleminin sonunda yem materyali içeren krozenin tartımı yapılmıştır. Yemlerin KM içerikleri aşağıdaki formül (3.1) kullanılarak belirlenmiştir (AOAC, 1990).

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

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

KM: Kuru madde (%),

C1: Yem + kroze darası (g),

B: kroze darası (g),

E: KM + kroze darası (g)

#### 3.3.2. Ham Kül

Boş porselen krezeler ham kül fırınında 550 °C'de 2 saat bekletilmiştir ve steril hale getirilmiştir. Daha sonra desikatöre alınarak soğutulmuştur. Hassas terazide darası alınarak (B), içerisine 1 g yem (A) materyali tartılmıştır (A<sub>1</sub>). Yem örnekleri ham kül fırınına yerleştirilmiş ve 550 °C'lik fırında 8 saat boyunca yakılmıştır. Yakma işleminden sonra desikatöre alınan krezeler soğutulmuş ve hassas terazide tartımları yapılmıştır (A<sub>2</sub>). Gerekli hesaplamalar (3.2) yapıldıktan sonra yem materyalinin yüzde ham kül içeriği bulunmuştur (AOAC, 1990).



$$\% \text{ HK} = ((A_1 - B) - (A_2 - B)) A \times 100 \quad (3.2)$$

### 3.3.3. Ham Protein

Kjeldahl yöntemine göre; yem örnekleri derişik sülfürik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ile yakılarak içindeki azot (N) önce amonyum sülfata sonra da amonyağa dönüştürülerek, titrasyonla amonyaktaki azot miktarına karşılık gelen ham protein miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

Kullanılan Kimyasallar:

1. %98 lik azot içermeyen H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
2. %40 lık azot içermeyen NaOH
3. %2-4 lük H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (borik asit)
4. Katalizör tablet (3,5 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,0035 g Se)
5. İndikatör (Methylred, Bromocresol Green)
6. 0,1 N HCL

Ham protein analizi 3 bölümden oluşmaktadır. Bunlar;

I. Yaş yakma

II. Destilasyon

III. Titrasyon

*I. Yaş Yakma*

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

*II. Destilasyon*

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

### III. Titrasyon

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

Gerekli rakamlar (HCl miktarı ve kör deme miktarı) protein analiz formülünde uygun yere yazılarak numunedeki yüzde protein oranı hesaplanmıştır (3.3).

$$\% \text{ Protein} = (T) \times (U) \times (n) \times (f_{\text{HCL}}) \times (100) / (A) \times (1000) \times (fp) \quad (3.3)$$

T: 14,007 (Azotun atom ağırlığı)

U: Kullanılan HCl (ml)

n: HCl'nin normalitesi (0,1)

f<sub>HCL</sub>: 0,1 N HCl'nin faktörü

fp: Proteine çevirme faktörü (6,25)

A: Tartılan yem miktarı

#### 3.3.4. Ham Yağ

Soxhlet ekstraktor yöntemine göre; yem örneklerinden 5-8 g (A) hassas terazi de tartıldıktan sonra Soxhlet kartuşu içine konmuş ve kartuşun ağzı ekstraksiyon kısmında numune dışarı çıkmayacak şekilde pamukla sıkıştırılmıştır. Daha sonra kartuşlar ve yağ balonları 95 °C 'de 2 saat kurutma dolabına bırakılmıştır. Kurutma dolabından alınan malzemeler desikatörde soğutulduktan sonra balonların hassas terazide daraları alınıp (D), balonlara Soxhlet aletinin ekstraksiyon kısmı yerleştirilmiştir. Kartuşlar ise Soxhletin ekstraksiyon kısmına konduktan sonra ekstraksiyon kısmına bir tam bir de yarım sifon olacak şekilde hekzan konmuştur. Bu düzenek Soxhlet aletine yerleştirilip, soğutma ve ısıtma düzeni ayarlanarak (60 °C) düzenek çalıştırılmıştır. 4 saat sonunda ekstraksiyon kısmındaki hekzan bir kaba alınarak yağ ile hekzan birbirinden ayrılmıştır. İçerisinde yağ bulunan balonlar 95 °C deki kurutma dolabında 1 saat bekletildikten sonra desikatöre alınarak soğutulmuştur. Daha sonra desikatörden alınarak hassas terazi de tartımı yapılmış (A<sub>1</sub>) sonuçların gerekli hesaplamaları yapıldıktan sonra yem materyalinin yüzde ham yağ içeriği bulunmuştur (3.4; AOAC, 1990).

$$\% \text{ HY} = (A_1 - D) / A \times 100 \quad (3.4)$$

#### 3.3.5. NDF Analizi

NDF analizi, hücrenin çözünebilir materyalinin sodyum lauryl sülfat içeren nötral çözücü ile kaynatılarak ekstraksiyonundan sonra hücre duvarı bileşenlerinin filtrasyon aracılığı ile ayrılması esasına dayanır (Close ve Menke, 1986). 1 mm'lik elekten geçecek şekilde

öğütülmüş yem numunesinden 0.5-1 g bir cam kaba tartılmıştır. Sırasıyla oda sıcaklığındaki 100 ml nötral çözücü solüsyonuna 93 g EDTA ve 34 g sodyum tetra borat tartılarak birlikte geniş bir kaba konmuştur. Distile su ilave edilmiş ve hafifçe ısıtılarak çözülmüştür. Bu çözeltiliye 150 g sodyum lauryl sülfat ve 50 ml 2-etoksietanol ilave edilmiştir. İkinci bir cam kapta 22.8 g susuz di sodyum hidrojen sülfat tartılır, distile su ilave edilir ve hafifçe ısıtılarak çözülmüştür. İlk çözeltiliye ilave edilmiş, karıştırılmış ve 5 litreye seyreltilmiştir. Çözelti pH'sı 6.9-7.1 arasında kontrol edilmiştir. Birkaç damla dekalin, 0.5 g sodyum sülfat katılmış ve geri soğutucuya takılmıştır. Çözelti hızla kaynama durumuna getirilmiş ve bir saat kaynatılmıştır. Ateşten alınıp 10 dakika tutulmuştur. Darası alınmış cam krozeden düşük vakum aracılığıyla filtre edilmiştir. Kalıntı iki kısım kaynamaya yakın sıcaklıktaki su ve iki kısım asetonla yıkanmıştır. Cam kroze kurutma dolabında 103 °C sıcaklıkta 4 saat veya 100 °C sıcaklıkta bir gece tutulmuştur. Sonra desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır (Close ve Menke, 1986)

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

a = NDF içeren kuru cam krozenin ağırlığı, g

b =cam krozenin darası alınmış ağırlığı, g

N=örneğin ağırlığı, g

### 3.3.6. ADF Analizi

ADF analizinde, yem örneği cetil trimetil amonyum bromidin (CTAB)-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solüsyonu ile kaynatılmıştır. Filtrasyon sonrasında başlıca lignoselüloz ile silikadan oluşan ve ADF olarak adlandırılan çözünmeyen materyal kalır (Close ve Menke, 1986). Bir mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş numuneden 0.5 g kadar behere tartılmıştır. 100 ml soğuk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-CTAB solüsyonu (100 g CTAB 5 litre 1 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözülür, gerekirse filtre edilir) ve birkaç damla dekalin ilave edilmiştir. Isıtıcıya konmuştur. Solüsyon hızla kaynama durumuna getirilmiş ve 1 saat hafifçe kaynatılmıştır. Düşük bir vakum ile darası alınmış cam krozeden sıcakken filtre edilmiştir. Kalıntı kaynamaya yakın su ile köpük oluşumu bitene kadar yıkanmıştır. Daha sonra asetonla yıkanmıştır. Kroze kurutma dolabında 103 °C sıcaklıkta bir gece tutulmuştur. Desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır (Close ve Menke, 1986)

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

a = ADF içeren kuru cam kroze ağırlığı, g

b =Darası alınmış cam krozenin ağırlığı, g

N =Numune miktarı, g

### 3.3.7. Hemiselüloz

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

$$\text{Hemiselüloz (g/kg KM)} = \text{NDF} - \text{ADF}$$

### 3.3.8. Metabolik Enerji

Yem örneklerinde aşağıdaki eşitlik kullanılarak *in vitro* metabolik enerji (ME) içerikleri hesaplanmıştır (Adams, 1994).

$$\text{ME (Kcal/kg KM)} = 3704 - 40,27 \% \text{ ADF}$$

### 3.3.9. pH Analizi

Başlangıç ve depolama süresince elde edilen yem örneklerinde pH ölçümleri için 50 g'lık örneklere 125 ml saf su ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 1 saat süre ile zaman zaman karıştırılarak tutulmuştur. Daha sonra örnekler süzülüş ve elde edilen süzükte pH metre aracılığı ile okuma gerçekleştirilmiştir (Anonim, 1986).

### 3.3.10. SÇK Analizi

Yem 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.

### 3.3.11. Laktik Asit Analizi

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

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

### **3.3.11.1. Standart Eğrinin Oluşturulması**

213 mg lityum laktat 500 ml saf su içerisinde çözündürülmüş ve üzerine 0.5 ml %98’lik sülfürik asit ilave edilmiştir (400 µg/ml). Elde edilen çözelti, önce 1:9 (40 µg/ml) daha sonra 1:1 (20 µg/ml, stok çözelti) oranında seyreltilerek kullanılmıştır. Daha sonra stok çözeltilerden 2.5, 5.0, 10.0, 15.0 µg/ml lityum laktat içerecek şekilde yeni karışımlar elde edilmiştir. 1 ml seyreltik bulunan tüplerin içerisine 0,1 ml bakır sülfat ile 6 ml %98’lik sülfürik asit ilave edilmiş, 30 saniye vortekste karıştırılmış ve 5 dakika soğuk banyoda tutularak soğumaya bırakılmıştır. Bu süre sonunda tüplere 0.1 ml parahidroxy biphenol eklenerek, tüpler 30 saniye tekrar vortekste karıştırılmış ve 10 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra tüpler 90 saniye kaynar su içerisine daldırılıp çıkartılmış ve soğuması beklendikten sonra 565 nm dalga boyunda spektrofotometre cihazında okunmuş ve standart eğri Microsoft Excel bilgisayar programında oluşturulmuştur.

### **3.3.11.2. Hesaplama**

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

### **3.3.12. Mikrobiyolojik Analizler**

Çalışmada yem örneklerinde LAB, maya ve küf yoğunluklarının saptanmasına yönelik analizler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 10 g’lık örnekler peptonlu su aracılığı ile 2 dakikadan az olmamak koşulu ile karıştırılıp mikroorganizmaların mümkün olduğu ölçüde materyalden

ayrılması sağlanmıştır. Elde edilen stok materyalden logaritmik seride dilüsyonlar hazırlanarak 1 saati aşmayan zaman zarfında ekim işlemi yapılmıştır. Laktik asit bakterileri için besi ortamı olarak MRS Agar, maya ve küfler için Malt Ekstrakt Agar kullanılmıştır. Örneklerle ait LAB sayımları 30 °C 3 günlük, maya ve küfler için 30 °C de 5 günlük sıcaklıkta inkübasyon dönemlerini takiben gerçekleştirilmiştir (Seal, Pahlow, Spoelstra, Lindgren, Dellaglio ve Lowe, 1990).

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

### **3.3.13. İstatiksel Analizler**

Çalışma farklı kuru madde içeriğine sahip TRK'ların depolama süresinin 5 hali (2., 6., 12., 24., 48. saat) ve depolama sıcaklığının 2 hali (24 °C ve 30 °C) olacak şekilde 5x2 faktöriyel deneme desenine uygun olarak planlanmıştır. Muameleler arası farklılığın belirlenmesinde ise Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Steel ve Torrie, 1980). İstatistiksel analizler, SAS paket programı kullanılarak yapılmıştır (SAS, 2005).

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1. TRK (%60 KM)

Araştırmanın 0. ve 48. saatinde %60 KM içeriğine sahip TRK'nın ham besin madde ve hücre çeperi içerikleri Çizelge 4.1'de sunulmuştur. Aerobik stabilite süresine bağlı olarak yemlerin HP (24 °C hariç), HK, HY, NDF, ADF ve HSEI içerikleri artmıştır ( $P<0,001$ ). ME içerikleri ise süreye bağlı olarak düşmüştür ( $P<0,001$ ). Farklı ortam sıcaklığı ise 30 °C yem örneklerinin HP, NDF, HSEI, ME içeriklerini arttırmış, ADF içeriklerini ise düşürmüştür ( $P<0,001$ ).

%60 KM içeriğine sahip TRK'nın aerobik stabilitenin 0., 2., 6., 12., 24., ve 48. saatine ait KM, pH, LA ve SÇK, LAB ve maya sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

#### 4.1.1. KM

Başlangıç KM değeri %60,98 olarak tespit edilen (%60 KM) yemlerin KM değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak artmıştır (Şekil 4.1). KM üzerinde aerobik stabilite süresinin etkisi önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Yemlerin KM değerleri üzerinde depolama sıcaklığı, depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi interaksyonunun bir etkisi olmamıştır. (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.1. %60 KM içeriğine sahip TRK'nın 0. ve 48. saatte ham besin madde ve hücre çeperi içerikleri

| Sıcaklık        | Süre (saat) | KM, %              | HP, %KM            | HK, %KM           | HY, %KM           | NDF, %KM           | ADF, %KM           | HSel, %KM          | ME (Kcal/kg)         |
|-----------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| 24 °C           | 0.          | 93,24 <sup>b</sup> | 14,46 <sup>a</sup> | 8,61 <sup>c</sup> | 3,13 <sup>a</sup> | 41,30 <sup>c</sup> | 32,27 <sup>c</sup> | 9,03 <sup>c</sup>  | 1938,57 <sup>a</sup> |
|                 | 48.         | 93,72 <sup>a</sup> | 14,00 <sup>b</sup> | 8,73 <sup>b</sup> | 2,38 <sup>b</sup> | 47,98 <sup>b</sup> | 37,10 <sup>a</sup> | 10,98 <sup>b</sup> | 1758,77 <sup>c</sup> |
| 30 °C           | 0.          | 93,24 <sup>b</sup> | 14,46 <sup>a</sup> | 8,61 <sup>c</sup> | 3,13 <sup>a</sup> | 41,30 <sup>c</sup> | 32,27 <sup>c</sup> | 9,03 <sup>c</sup>  | 1938,57 <sup>a</sup> |
|                 | 48.         | 93,08 <sup>c</sup> | 14,57 <sup>a</sup> | 8,77 <sup>a</sup> | 2,41 <sup>b</sup> | 48,68 <sup>a</sup> | 33,73 <sup>b</sup> | 14,95 <sup>a</sup> | 1884,18 <sup>b</sup> |
| <b>SH</b>       |             | 0,01               | 0,06               | 0,01              | 0,01              | 0,01               | 0,01               | 0,01               | 0,01                 |
| <i>P</i>        |             |                    |                    |                   |                   |                    |                    |                    |                      |
| Sıcaklık        |             | <0,001             | <0,01              | 0,093             | 0,245             | <0,001             | <0,001             | <0,001             | <0,001               |
| Süre            |             | <0,001             | <0,05              | <0,001            | <0,001            | <0,001             | <0,001             | <0,001             | <0,001               |
| Sıcaklık X Süre |             | <0,001             | <0,001             | <0,001            | <0,001            | <0,001             | <0,001             | <0,001             | <0,001               |

KM: Kuru madde; HP: Ham protein, HK: Ham kül, HY: Ham yağ, NDF: Nötr çözücülerde çözünmeyen lif, ADF: Asit çözücülerde çözünmeyen lif, HSel: Hemiselüloz, ME: Metabolik enerji, SH: Standart hata.

<sup>a,b,c</sup> Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0,05; P<0,001).

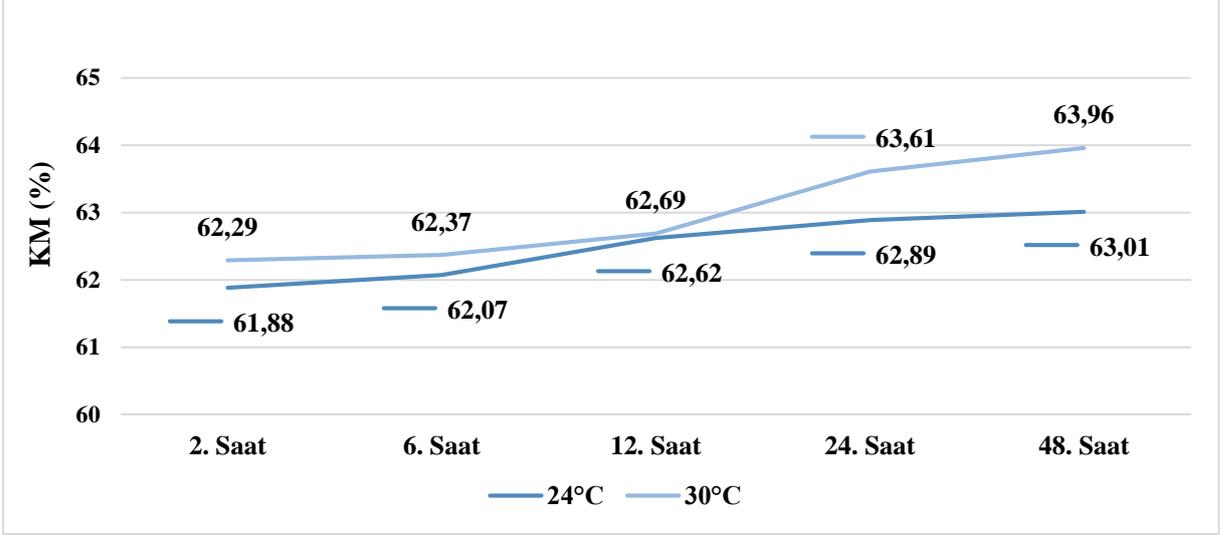


Çizelge 4.2. %60 KM içeriğine sahip TRK'nın aerobik stabilite analiz sonuçları

| Sıcaklık        | Süre (saat) | KM %                | pH                 | LA, g/kg KM         | SÇK, g/kg KM        | LAB, kob/g KM       | Maya, kob/g KM      |
|-----------------|-------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                 | 0.          | 60,98               | 4,91               | 6,08                | 80,17               | 2,47                | 3,18                |
| <b>24 °C</b>    | 2.          | 61,88 <sup>c</sup>  | 4,94 <sup>a</sup>  | 7,31 <sup>a-d</sup> | 85,14 <sup>c</sup>  | 2,13 <sup>a</sup>   | 2,85 <sup>de</sup>  |
|                 | 6.          | 62,07 <sup>c</sup>  | 4,86 <sup>b</sup>  | 7,53 <sup>a-c</sup> | 80,98 <sup>d</sup>  | 1,53 <sup>c-e</sup> | 3,03 <sup>a-c</sup> |
|                 | 12.         | 62,62 <sup>c</sup>  | 4,79 <sup>bc</sup> | 6,29 <sup>de</sup>  | 89,28 <sup>ab</sup> | 1,84 <sup>a-c</sup> | 2,90 <sup>c-e</sup> |
|                 | 24.         | 62,89 <sup>bc</sup> | 4,83 <sup>b</sup>  | 5,30 <sup>e</sup>   | 18,76 <sup>f</sup>  | 1,83 <sup>a-c</sup> | 2,95 <sup>b-e</sup> |
|                 | 48.         | 63,01 <sup>b</sup>  | 4,74 <sup>c</sup>  | 5,25 <sup>e</sup>   | 14,29 <sup>g</sup>  | 1,11 <sup>f</sup>   | 3,12 <sup>a</sup>   |
| <b>30 °C</b>    | 2.          | 62,29 <sup>d</sup>  | 4,83 <sup>b</sup>  | 7,34 <sup>a-d</sup> | 87,95 <sup>bc</sup> | 1,76 <sup>b-d</sup> | 2,81 <sup>e</sup>   |
|                 | 6.          | 62,37 <sup>d</sup>  | 4,84 <sup>b</sup>  | 6,67 <sup>cd</sup>  | 72,52 <sup>e</sup>  | 2,02 <sup>ab</sup>  | 3,08 <sup>ab</sup>  |
|                 | 12.         | 62,69 <sup>b</sup>  | 4,79 <sup>bc</sup> | 8,25 <sup>b</sup>   | 91,69 <sup>a</sup>  | 1,77 <sup>b-d</sup> | 2,89 <sup>c-e</sup> |
|                 | 24.         | 63,61 <sup>ab</sup> | 4,73 <sup>c</sup>  | 7,05 <sup>b-d</sup> | 14,36 <sup>g</sup>  | 1,39 <sup>ef</sup>  | 2,90 <sup>c-e</sup> |
|                 | 48.         | 63,96 <sup>a</sup>  | 4,73 <sup>c</sup>  | 8,10 <sup>ab</sup>  | 11,97 <sup>g</sup>  | 1,46 <sup>de</sup>  | 2,98 <sup>a-d</sup> |
| <b>SH</b>       |             | 0,45                | 0,02               | 0,35                | 1,13                | 0,10                | 0,05                |
| <i>P</i>        |             |                     |                    |                     |                     |                     |                     |
| Sıcaklık        |             | 0,101               | <0,01              | <0,001              | <0,01               | 0,885               | 0,223               |
| Süre (saat)     |             | <0,01               | <0,001             | <0,01               | <0,001              | <0,001              | <0,001              |
| Sıcaklık X Süre |             | 0,073               | <0,001             | <0,001              | <0,001              | <0,001              | <0,01               |

KM: Kuru madde, LA: Laktik asit, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat LAB. Laktik asit bakterisi, kob: koloni oluşturan birim, SH: Standart hata

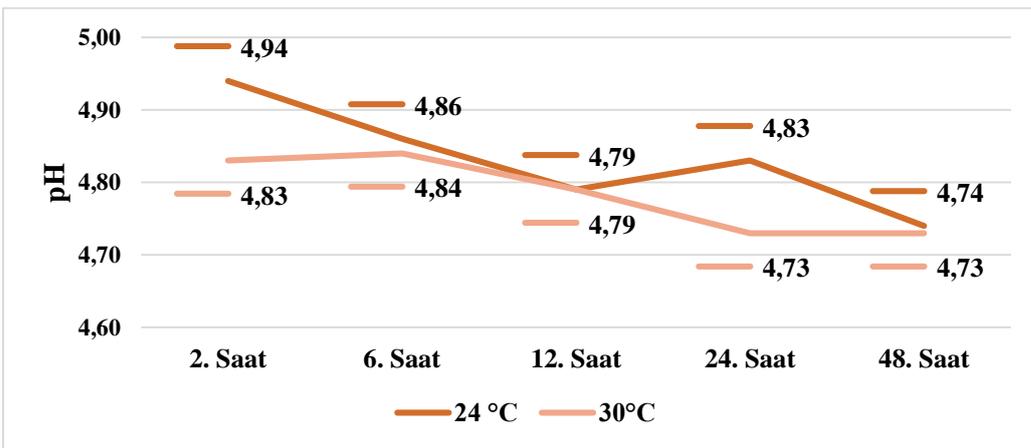
<sup>a-g</sup> Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0,01; P<0,001).



Şekil 4.1. TRK (%60 KM) yeşil'in KM değerleri

#### 4.1.2. pH

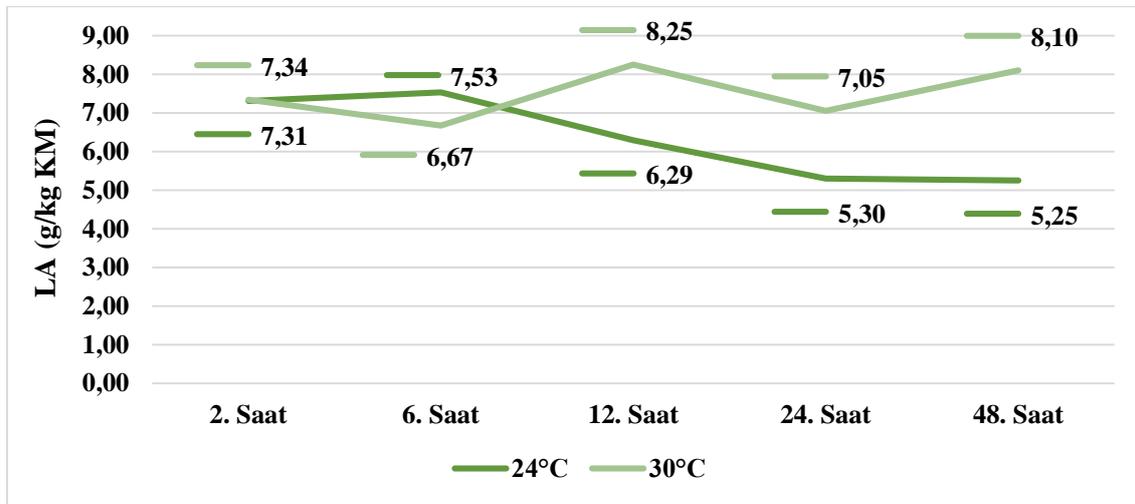
Başlangıç pH değeri 4,91 olarak tespit edilen (%60 KM) yeşil'in pH değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak düşmüştür (Şekil 4.2). Yeşil'in pH değerleri üzerinde depolama sıcaklığında etkili olmuş, 24 °C de depolanan yeşil'in pH değerleri 30 °C de depolanan yeşil'e oranla daha yüksek tespit edilmiştir. Yapılan istatistiki değerlendirme sonucunda aerobik stabilite süresi ( $P<0,001$ ) ve depolama sıcaklığı ( $P<0,01$ ), depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi interaksiyonu ( $P<0,001$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2).



Şekil 4.2. TRK (%60 KM) yeşil'in pH değerleri

#### 4.1.3. LA

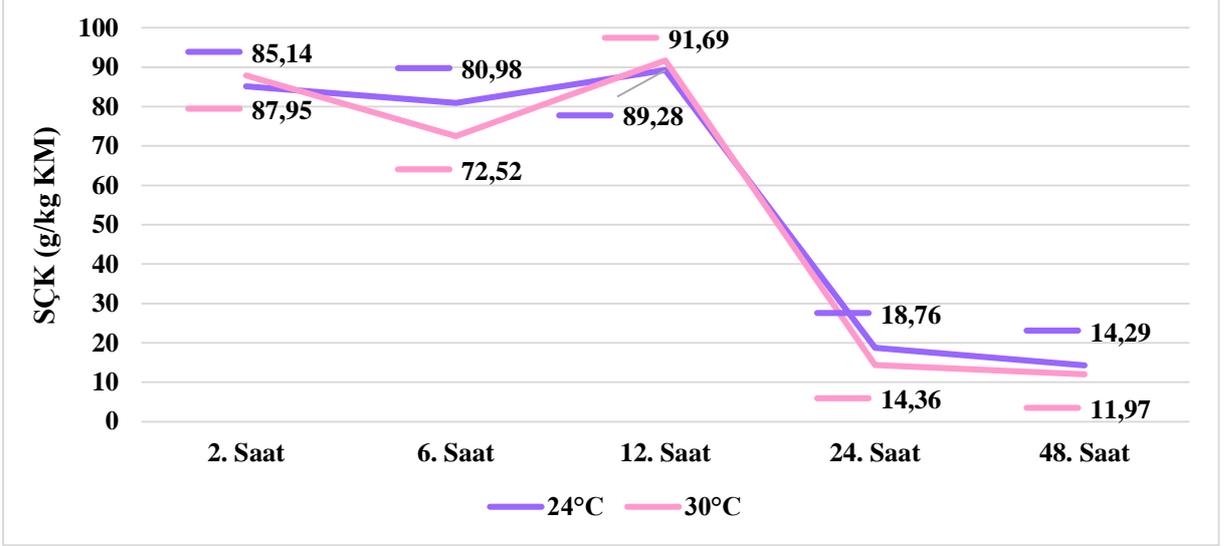
Başlangıç LA değeri 6,08 g/kg KM olarak tespit edilen (%60 KM) yemlerin LA değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak artmıştır (Şekil 4.3). Yemlerin LA değerleri üzerinde depolama sıcaklığında etkili olmuş, 30°C de depolanan yemlerin LA değerleri 24 °C de depolanan yemlere oranla daha yüksek tespit edilmiştir. Yapılan istatistiki değerlendirme sonucunda aerobik stabilite süresi ( $P<0,01$ ) ve depolama sıcaklığı ( $P<0,001$ ), depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi interaksiyonu ( $P<0,001$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2).



Şekil 4.3. TRK (%60 KM) yemlerin LA değerleri

#### 4.1.4. SÇK

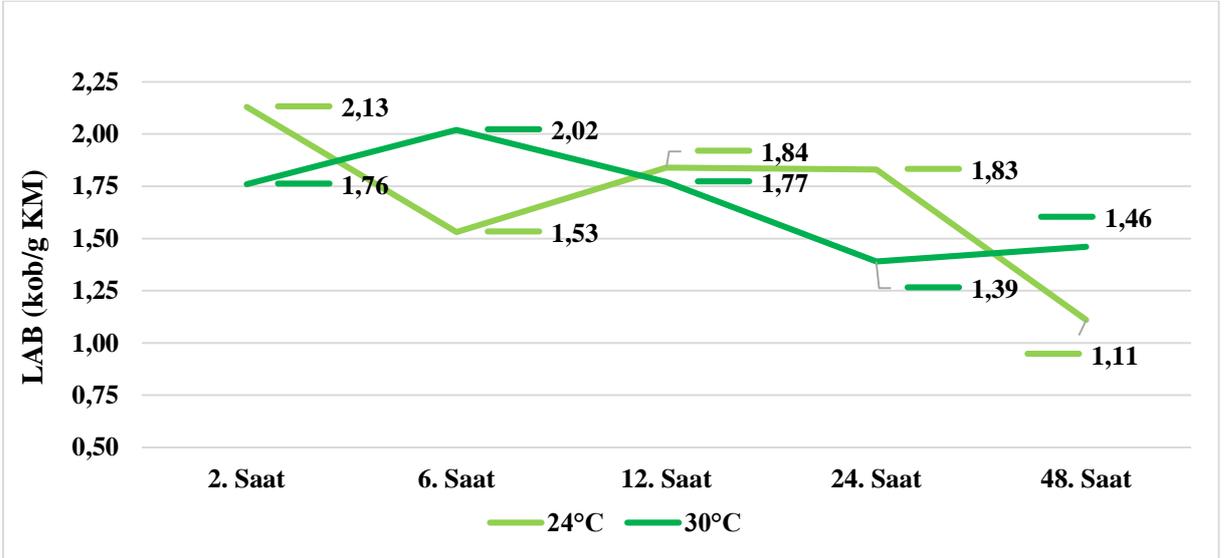
Başlangıç SÇK değeri 80,17 g/kg KM olarak tespit edilen (%60 KM) yemlerin SÇK değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak düşmüştür (Şekil 4.4). Yemlerin SÇK değerleri üzerinde depolama sıcaklığı etkili olmuş, 24 °C de depolanan yemlerin SÇK değerleri 30 °C de depolanan yemlere oranla daha yüksek tespit edilmiştir. Yapılan istatistiki değerlendirme sonucunda aerobik stabilite süresi ( $P<0,001$ ) ve depolama sıcaklığı ( $P<0,01$ ), depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi interaksiyonu ( $P<0,001$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2).



Şekil 4.4. TRK (%60 KM) yemlerin SÇK değerleri

#### 4.1.5. LAB

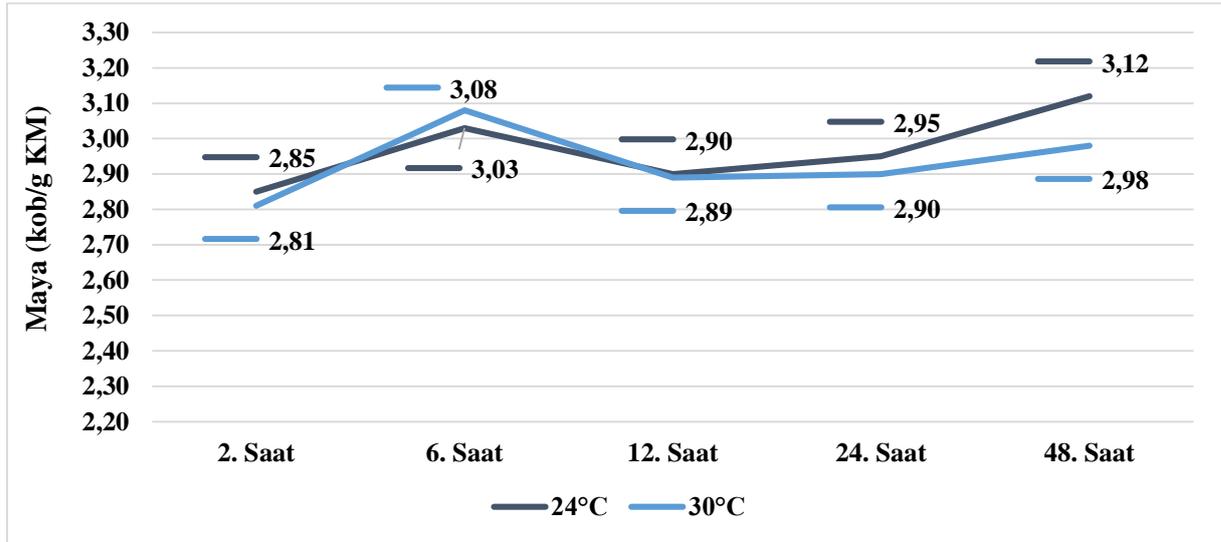
Başlangıç LAB değeri 2,47 kob/g KM olarak tespit edilen (%60 KM) yemlerin LAB değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak düşmüştür (Şekil 4.5). Yemlerin LAB değerleri üzerinde depolama sıcaklığının bir etkisi olmamıştır. Aerobik stabilite süresi, depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi interaksyonu ise önemli bulunmuştur ( $P < 0,001$ ; Çizelge 4.2).



Şekil 4.5. TRK (%60 KM) yemlerin LAB değerleri

#### 4.1.6. Maya

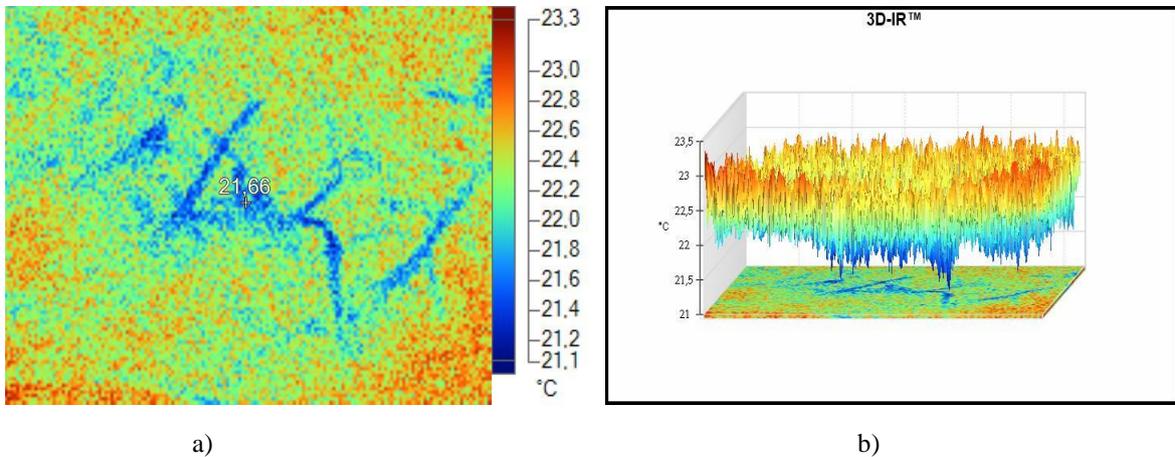
Başlangıç maya değeri 3,18 kob/g KM olarak tespit edilen (%60 KM) yemlerin maya değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak düşmüştür (Şekil 4.6). Yemlerin maya değerleri üzerinde depolama sıcaklığının bir etkisi olmamıştır. Aerobik stabilite süresi ( $P<0,001$ ) depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi interaksiyonu ( $P<0,01$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2).



Şekil 4.6. TRK (%60 KM) yemlerin maya değerleri

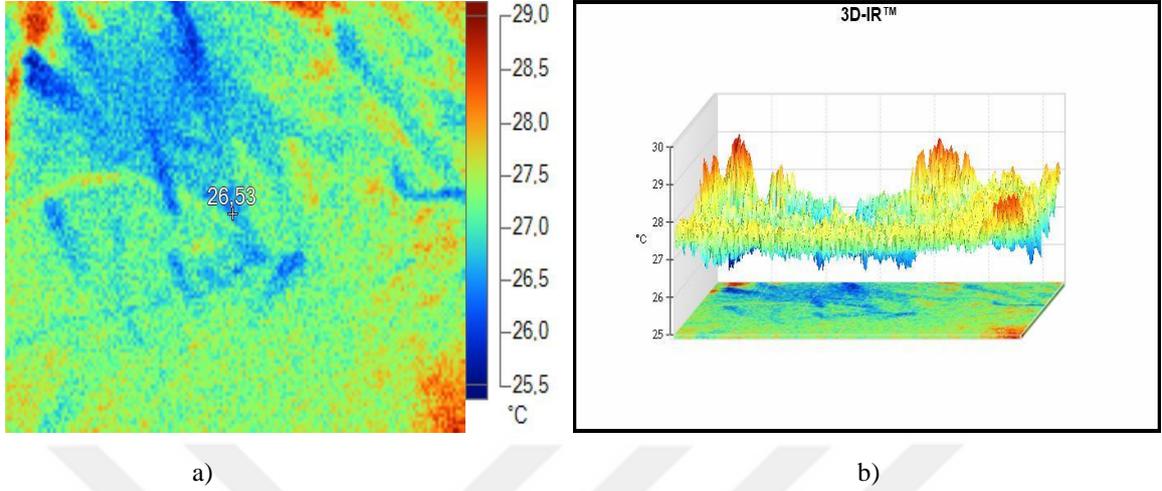
#### 4.1.7. Termal Kamera Görüntüleri

Aerobik stabilitenin 0. saatinde %60 KM içerikli TRK'nın, termal kamera çekimleri sonucunda arka plan sıcaklığı 22 °C iken, yemin ortalama sıcaklığı 21,66 °C olarak saptanmıştır (Şekil 4.7).



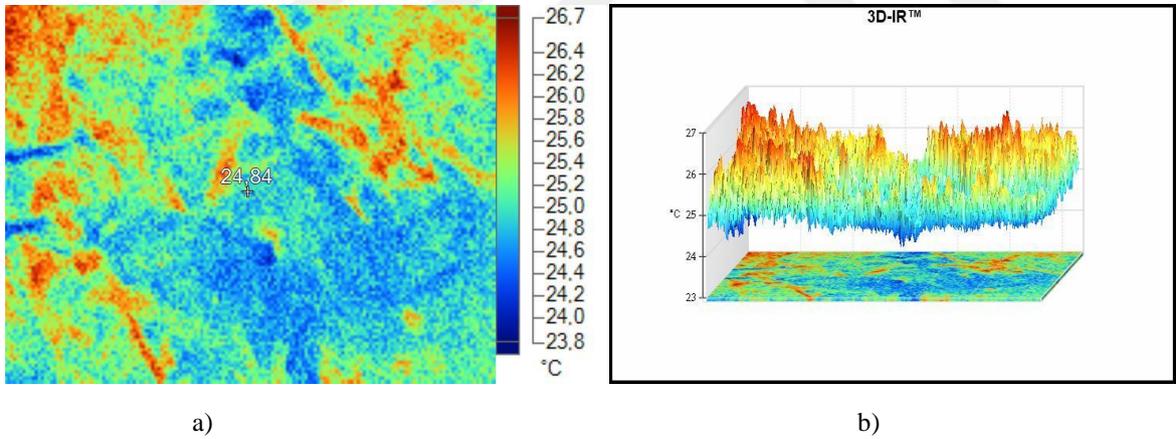
Şekil 4.7. a) %60 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 0. saatinde termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

%60 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 24. saatinde, 30 °C yapılan termal kamera çekimleri sonucunda arka plan sıcaklığı 22 °C iken, TRK'nın ortalama sıcaklığı 26,53 °C olarak saptanmıştır (Şekil 4.8).



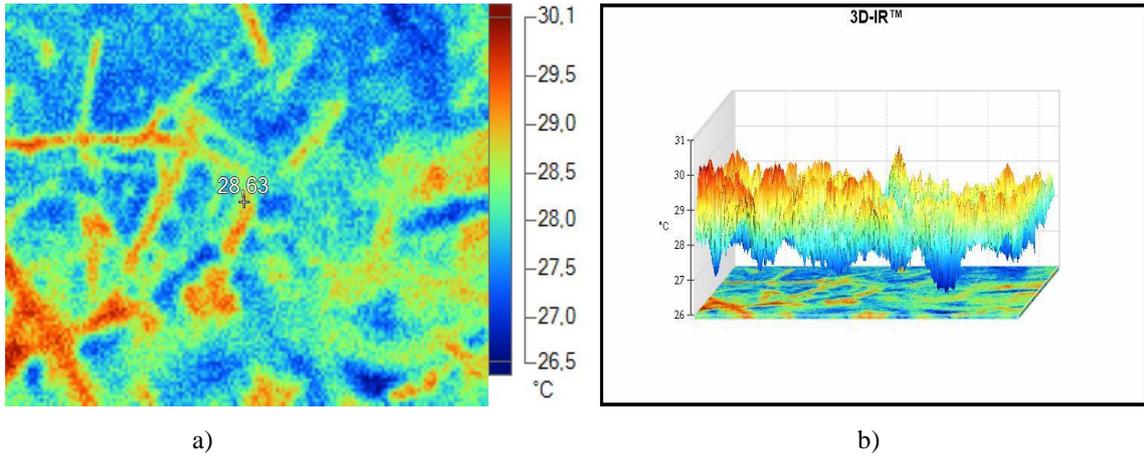
Şekil 4.8. a) %60 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 24. saatinde 30 °C termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

%60 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin, 24. saatinde 24 °C yapılan termal kamera çekimleri sonucunda arka plan sıcaklığı 22 °C iken, TRK'nın ortalama sıcaklığı 24,84 °C olarak saptanmıştır (Şekil 4.9).



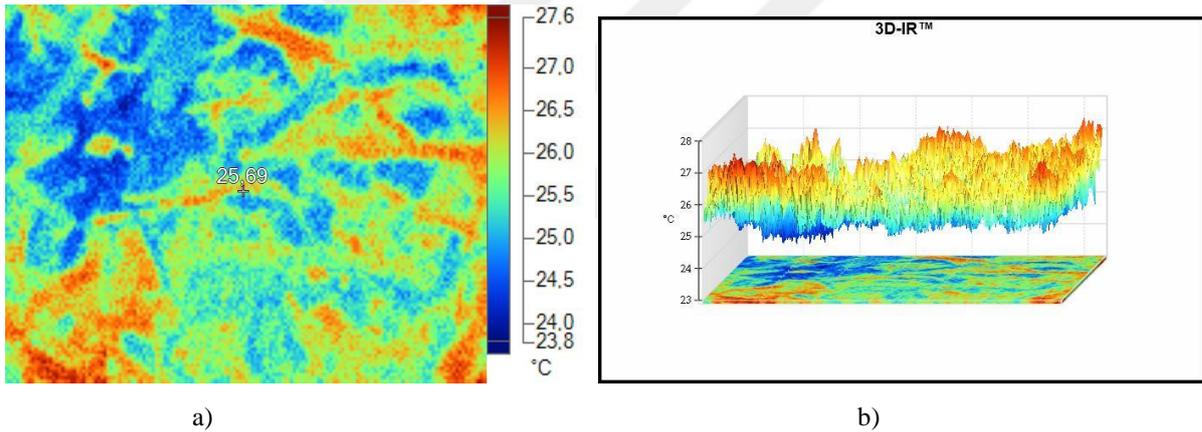
Şekil 4.9. a) %60 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 24. saatinde 24 °C'de termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

%60 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin, 48. saatinde 30 °C yapılan termal kamera çekimleri sonucunda arka plan sıcaklığı 22 °C iken, TRK'nın ortalama sıcaklığı 28,63 °C olarak saptanmıştır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. a) %60 TRK'nın aerobik stabilitenin 48. saatinde 30 °C' de termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

%60 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin, 48. saatinde 24 °C yapılan termal kamera çekimleri sonucunda arka plan sıcaklığı 22 °C iken, TRK'nın ortalama sıcaklığı 25,69 °C olarak saptanmıştır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. a) %60 TRK'nın aerobik stabilitenin 48. saatinde termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

#### 4.2. TRK (%55 KM)

Araştırmanın 0. ve 48. saatinde %55 KM içeriğine sahip TKR'nın ham besin madde ve hücre çeperi içerikleri Çizelge 4.3'de sunulmuştur. Aerobik stabilite süresine bağlı olarak yemlerin HP ( $P<0,01$ ), HK, NDF, ADF ve HSel içerikleri artmıştır ( $P<0,001$ ). HY ve ME içerikleri ise süreye bağlı olarak düşmüştür ( $P<0,001$ ). Farklı ortam sıcaklığı ise 30 °C yem örneklerinin HSel, ME içeriklerini arttırmış, HP, HK, NDF, ADF içeriklerini ise düşürmüştür ( $P<0,001$ ).

Çizelge 4.3. %55 KM içeriğine sahip TRK'nın 0. ve 48. saatte ham besin madde ve hücre çeperi içerikleri

| Sıcaklık        | Süre (saat) | KM, %              | HP, %KM            | HK, %KM           | HY, %KM           | NDF, %KM           | ADF, %KM           | HSel, %KM          | ME (Kcal/kg)         |
|-----------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| <b>24 °C</b>    | <b>0.</b>   | 92,91 <sup>b</sup> | 14,59 <sup>b</sup> | 8,57 <sup>c</sup> | 3,16 <sup>a</sup> | 41,56 <sup>c</sup> | 30,34 <sup>c</sup> | 11,22 <sup>c</sup> | 2010,43 <sup>a</sup> |
|                 | <b>48.</b>  | 90,60 <sup>c</sup> | 15,17 <sup>a</sup> | 9,16 <sup>a</sup> | 2,75 <sup>b</sup> | 48,81 <sup>a</sup> | 37,14 <sup>a</sup> | 11,67 <sup>b</sup> | 1757,26 <sup>c</sup> |
| <b>30 °C</b>    | <b>0.</b>   | 92,91 <sup>b</sup> | 14,46 <sup>a</sup> | 8,57 <sup>c</sup> | 3,16 <sup>a</sup> | 41,56 <sup>c</sup> | 30,34 <sup>c</sup> | 11,22 <sup>c</sup> | 2010,43 <sup>a</sup> |
|                 | <b>48.</b>  | 93,53 <sup>a</sup> | 14,57 <sup>a</sup> | 8,92 <sup>b</sup> | 2,74 <sup>b</sup> | 47,21 <sup>b</sup> | 34,15 <sup>b</sup> | 13,16 <sup>a</sup> | 1860,60 <sup>b</sup> |
| <b>SH</b>       |             | 0,01               | 0,03               | 0,01              | 0,01              | 0,01               | 0,01               | 0,01               | 0,43                 |
| <i>P</i>        |             |                    |                    |                   |                   |                    |                    |                    |                      |
| Sıcaklık        |             | <0,001             | <0,001             | <0,001            | 0,665             | <0,001             | <0,001             | <0,001             | <0,001               |
| Süre            |             | <0,01              | <0,01              | <0,001            | <0,001            | <0,001             | <0,001             | <0,001             | <0,001               |
| Sıcaklık X Süre |             | <0,001             | <0,001             | <0,001            | <0,001            | <0,001             | <0,001             | <0,001             | <0,001               |

KM: Kuru madde, HP: Ham protein, HK: Ham kül, HY: Ham yağ, NDF: Nötr çözücülerde çözünmeyen lif, ADF: Asit çözücülerde çözünmeyen lif, HSel: Hemiselüloz; ME: Metabolik enerji, SH: Standart hata.

<sup>a,b,c</sup> Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0,01; P<0,001).



%55 KM içerikli yemlerin aerobik stabilitenin 0., 2., 6., 12., 24., ve 48 saatine ait KM, pH, LA ve SÇK, LAB ve maya sonuçları Çizelge 4.3'de verilmiştir.

#### 4.2.1. KM

Başlangıç KM değeri % 56,27 olarak tespit edilen (%55 KM) yemlerin KM değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak artmıştır (Şekil 4.12). Yemlerin KM değerleri üzerinde depolama sıcaklığının bir etkisi olmamıştır. Yapılan istatistiki değerlendirme sonucunda aerobik stabilite süresi ( $P<0,01$ ) ve depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi interaksyonu ( $P<0,01$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4).

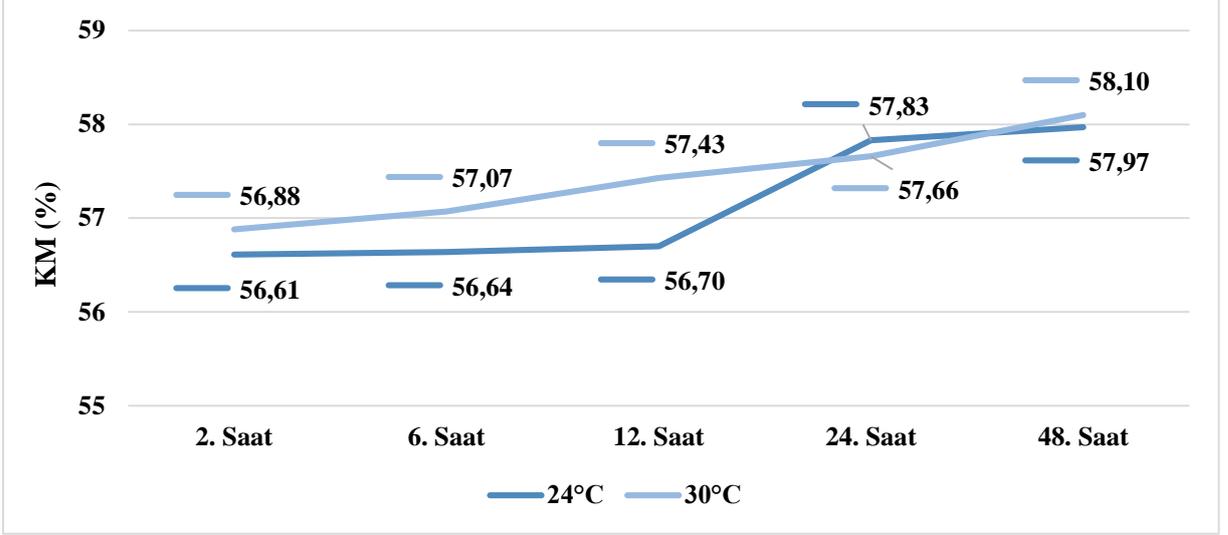


Çizelge 4.4. %55 KM içeriğine sahip TRK'nın aerobik stabilite analiz sonuçları

| Sıcaklık        | Süre (saat) | KM %                 | pH                  | LA, g/kg KM         | SÇK, g/kg KM        | LAB, kob/g KM      | Maya, kob/g KM      |
|-----------------|-------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|                 | 0.          | 56,27                | 4,92                | 6,37                | 89,61               | 2,25               | 3,06                |
| <b>24 °C</b>    | 2.          | 56,61 <sup>c</sup>   | 4,89 <sup>a</sup>   | 8,66 <sup>b</sup>   | 80,45 <sup>b</sup>  | 1,91 <sup>a</sup>  | 3,08 <sup>a-d</sup> |
|                 | 6.          | 56,64 <sup>c</sup>   | 4,83 <sup>bc</sup>  | 7,06 <sup>de</sup>  | 87,75 <sup>a</sup>  | 1,90 <sup>a</sup>  | 3,10 <sup>ab</sup>  |
|                 | 12.         | 56,70 <sup>c</sup>   | 4,80 <sup>b-d</sup> | 11,78 <sup>a</sup>  | 55,60 <sup>d</sup>  | 1,93 <sup>a</sup>  | 2,99 <sup>d</sup>   |
|                 | 24.         | 57,83 <sup>ab</sup>  | 4,78 <sup>c-e</sup> | 8,08 <sup>b-d</sup> | 14,81 <sup>ef</sup> | 1,13 <sup>d</sup>  | 2,99 <sup>d</sup>   |
|                 | 48.         | 57,97 <sup>a</sup>   | 4,74 <sup>ef</sup>  | 8,02 <sup>b-d</sup> | 17,62 <sup>e</sup>  | 1,33 <sup>cd</sup> | 3,01 <sup>b-d</sup> |
| <b>30 °C</b>    | 2.          | 56,88 <sup>bc</sup>  | 4,85 <sup>ab</sup>  | 8,16 <sup>bc</sup>  | 70,90 <sup>c</sup>  | 1,68 <sup>ab</sup> | 3,15 <sup>a</sup>   |
|                 | 6.          | 57,07 <sup>a-c</sup> | 4,84 <sup>b</sup>   | 7,22 <sup>c-e</sup> | 71,79 <sup>c</sup>  | 1,74 <sup>ab</sup> | 3,04 <sup>b-d</sup> |
|                 | 12.         | 57,43 <sup>a-c</sup> | 4,81 <sup>b-d</sup> | 5,98 <sup>f</sup>   | 87,54 <sup>a</sup>  | 1,82 <sup>ab</sup> | 3,00 <sup>cd</sup>  |
|                 | 24.         | 57,66 <sup>a-c</sup> | 4,77 <sup>de</sup>  | 4,61 <sup>g</sup>   | 16,89 <sup>e</sup>  | 1,70 <sup>ab</sup> | 2,87 <sup>e</sup>   |
|                 | 48.         | 58,10 <sup>a</sup>   | 4,72 <sup>f</sup>   | 6,83 <sup>ef</sup>  | 10,76 <sup>f</sup>  | 1,50 <sup>bc</sup> | 3,09 <sup>a</sup>   |
| <b>SH</b>       |             | 0,32                 | 0,02                | 0,33                | 1,45                | 0,11               | 0,03                |
| <i>P</i>        |             |                      |                     |                     |                     |                    |                     |
| Sıcaklık        |             | 0,187                | 0,289               | <0,001              | 0,724               | 0,506              | 0,772               |
| Süre            |             | <0,01                | <0,001              | <0,001              | <0,001              | <0,001             | <0,001              |
| Sıcaklık X Süre |             | <0,01                | <0,001              | <0,001              | <0,001              | <0,001             | <0,001              |

KM: Kuru madde, LA: Laktik asit, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat LAB. Laktik asit bakterisi, kob: koloni oluşturan birim, SH: Standart hata,

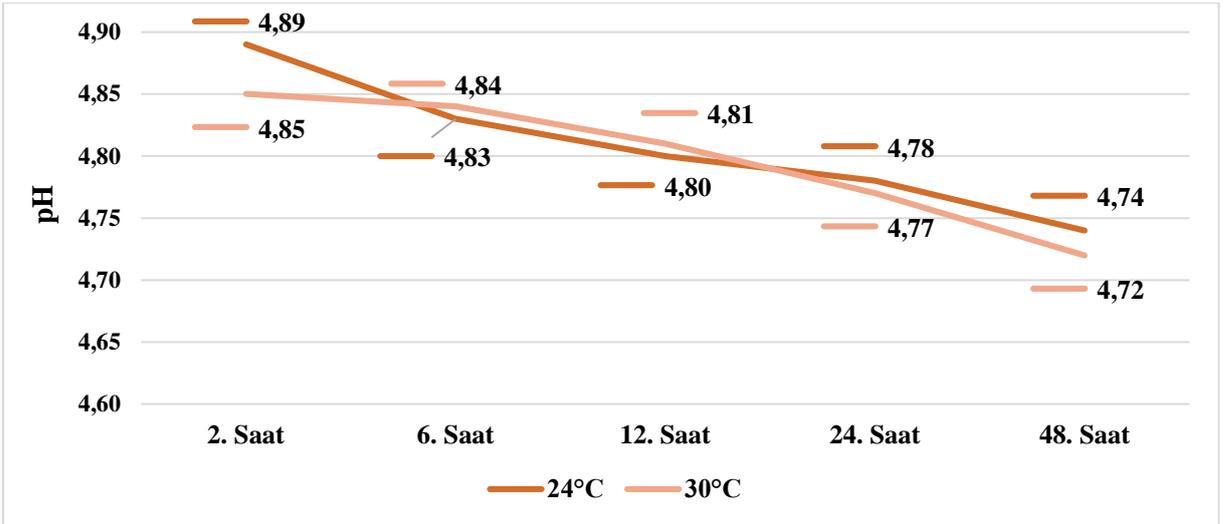
<sup>a-g</sup>Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0,01; P<0,001).



Şekil 4.12. TRK (%55 KM) yemlerin KM değerleri

#### 4.2.2. pH

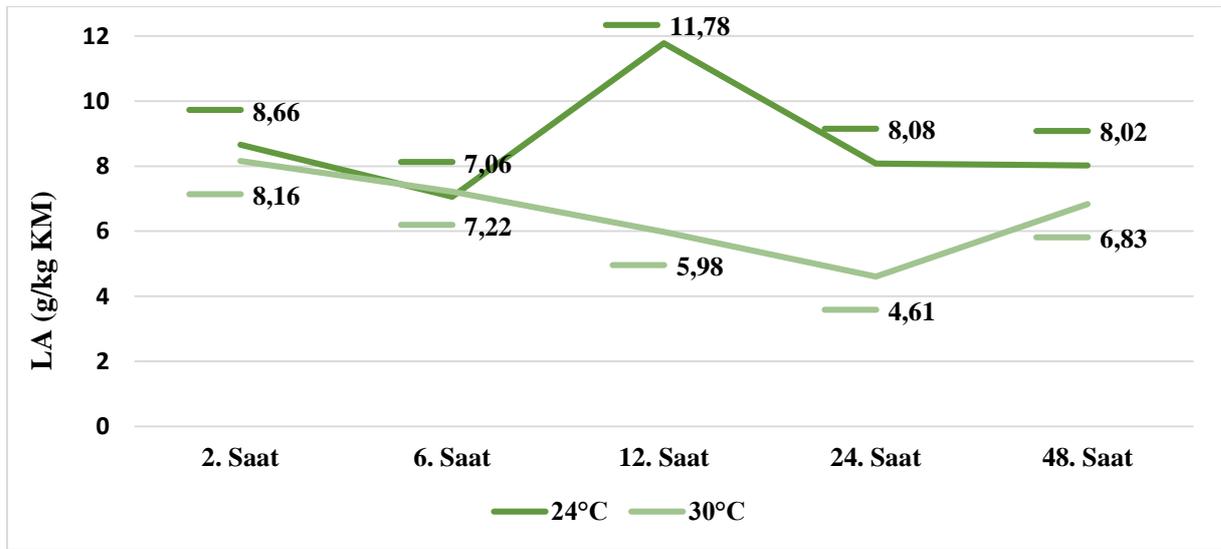
Başlangıç pH değeri 4,92 olarak tespit edilen (%55 KM) yemlerin pH değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak düşmüştür (Şekil 4.13). Yemlerin pH değerleri üzerinde aerobik stabilite süresi etkili olmuş, aerobik stabilite süresine bağlı olarak yemlerin pH değerleri düşmüştür ( $P<0,001$ ). Depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi interaksiyonu ( $P<0,001$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4). Yemlerin pH değerleri üzerinde depolama sıcaklığının bir etkisi tespit edilmemiştir.



Şekil 4.13. TRK (%55 KM) yemlerin pH değerleri

### 4.2.3. LA

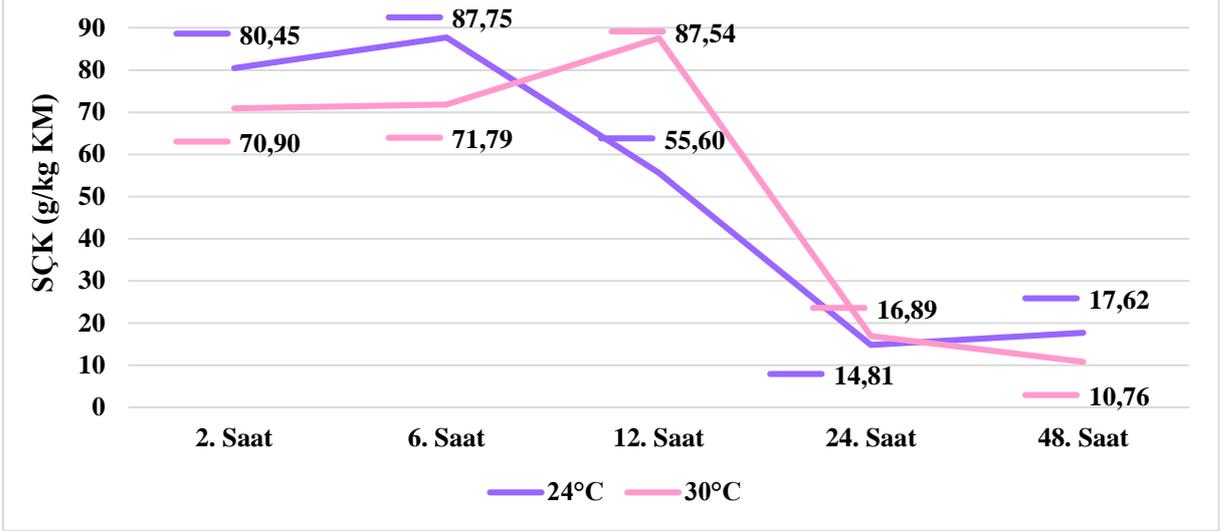
Başlangıç LA değeri 6,37 g/kg KM olarak tespit edilen (%55 KM) yemlerin LA değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak artmıştır (Şekil 4.14). Yemlerin LA değerleri üzerinde depolama sıcaklığında etkili olmuş, 30 °C de depolanan yemlerin LA değerleri 24 °C de depolanan yemlere oranla daha düşük tespit edilmiştir. Yapılan istatistiki değerlendirme sonucunda aerobik stabilite süresi ( $P<0,001$ ) ve depolama sıcaklığı ( $P<0,001$ ), depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi interaksiyonu ( $P<0,001$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4).



Şekil 4.14. TRK (%55 KM) yemlerin LA değerleri

### 4.2.4. SÇK

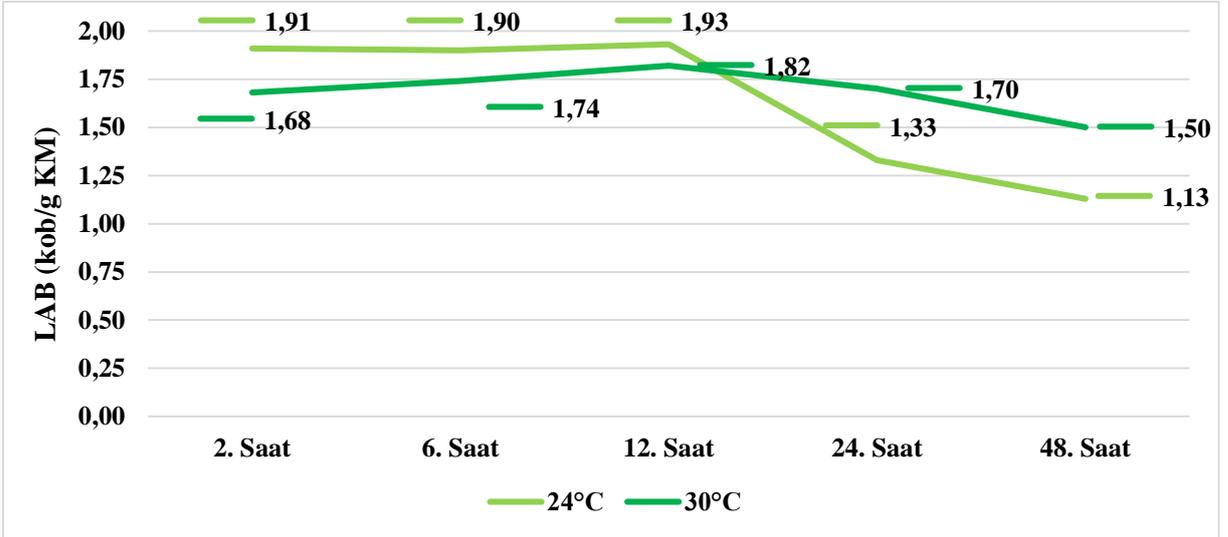
Başlangıç SÇK değeri 89,61 g/kg KM olarak tespit edilen (%55 KM) yemlerin SÇK değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak düşmüştür (Şekil 4.15). Yemlerin SÇK değerleri üzerinde depolama sıcaklığının bir etkisi tespit edilmemiştir. Yapılan istatistiki değerlendirme sonucunda aerobik stabilite süresi ( $P<0,001$ ), depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi interaksiyonu ( $P<0,001$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4).



Şekil 4.15. TRK (%55 KM) yemlerin SÇK değerleri

#### 4.2.5. LAB

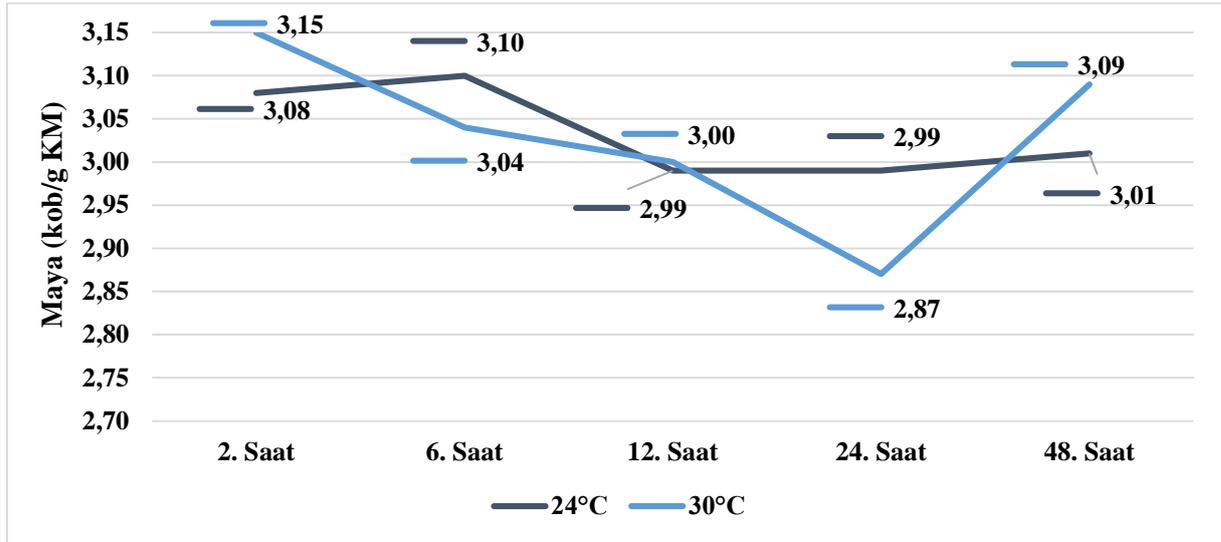
Başlangıç LAB değeri 2,25 kob/g KM olarak tespit edilen (%55 KM) yemlerin LAB değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak düşmüştür (Şekil 4.16). Yemlerin LAB değerleri üzerinde depolama sıcaklığının bir etkisi olmamıştır. Aerobik stabilite süresi, depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi interaksyonu ise önemli bulunmuştur ( $P < 0,001$ ; Çizelge 4.4).



Şekil 4.16. TRK (%55 KM) yemlerin LAB değerleri

#### 4.2.6. Maya

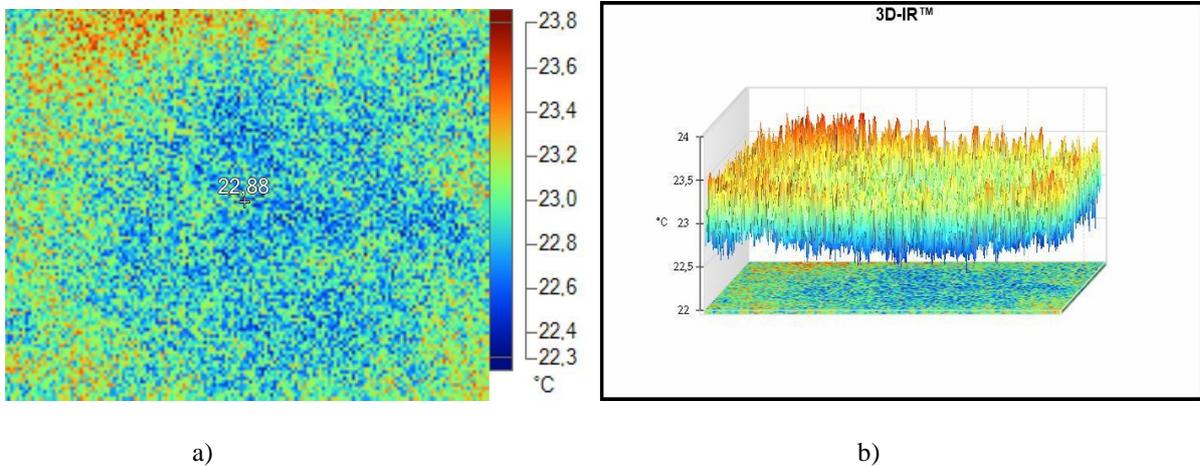
Başlangıç maya değeri 3,06 kob/g KM olarak tespit edilen (%55 KM) yemlerin maya değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak artmıştır (Şekil 4.17). Yemlerin maya değerleri üzerinde depolama sıcaklığının bir etkisi olmamıştır. Aerobik stabilite süresi, depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi interaksiyonu ( $P<0,001$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4).



Şekil 4.17. TRK (%55 KM) yemlerin maya değerleri

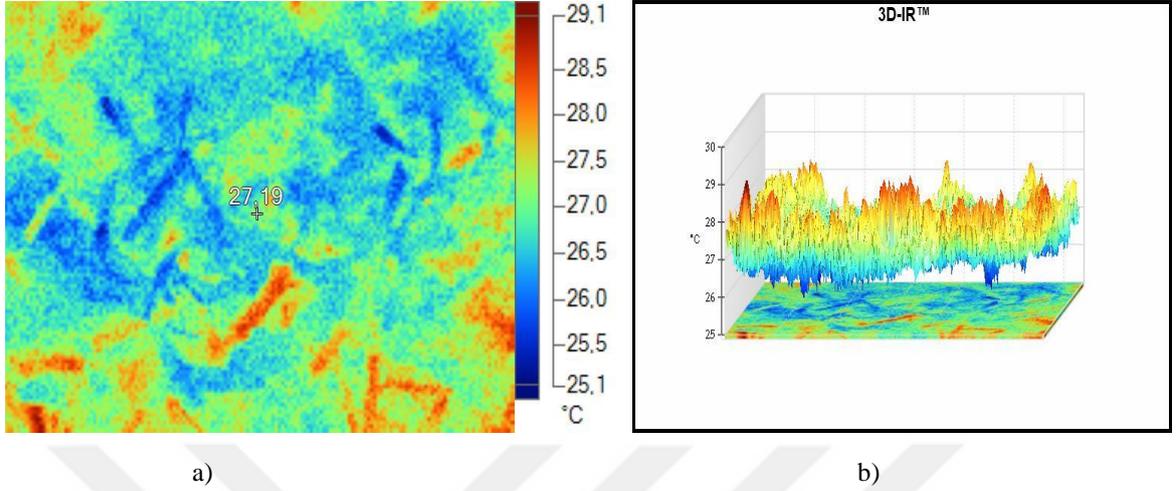
#### 4.2.7. Termal Kamera Görüntüleri

%55 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 0. saatinde yapılan termal kamera çekimleri sonucunda arka plan sıcaklığı 22 °C iken, yemin ortalama sıcaklığı 22,88 °C olarak saptanmıştır (Şekil 4.18).



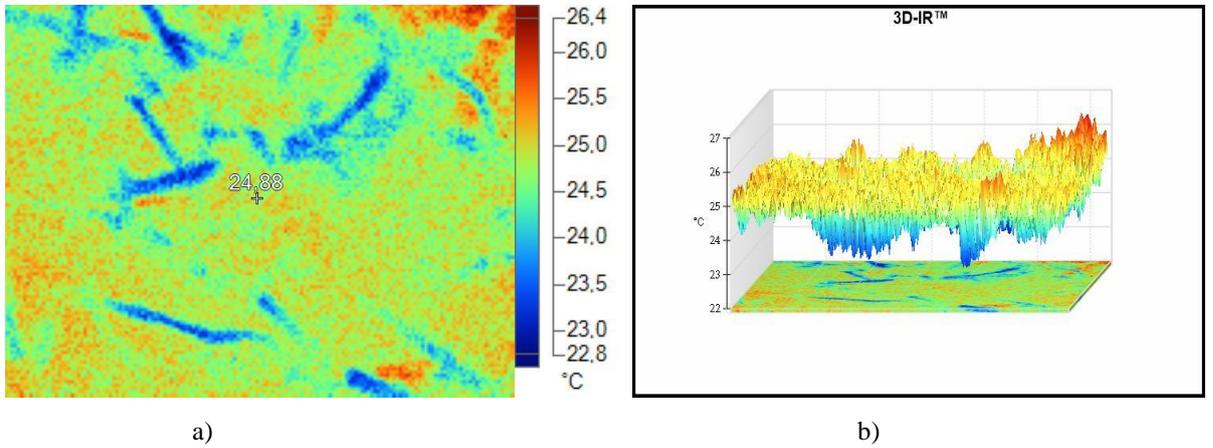
Şekil 4.18. a) %55 TRK'nın aerobik stabilitenin 0. saatinde termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

%55 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin, 24. saatinde 30 °C yapılan termal kamera çekimleri sonucunda arka plan sıcaklığı 22 °C iken, TRK'nın ortalama sıcaklığı 27,19 °C olarak saptanmıştır (Şekil 4.19).



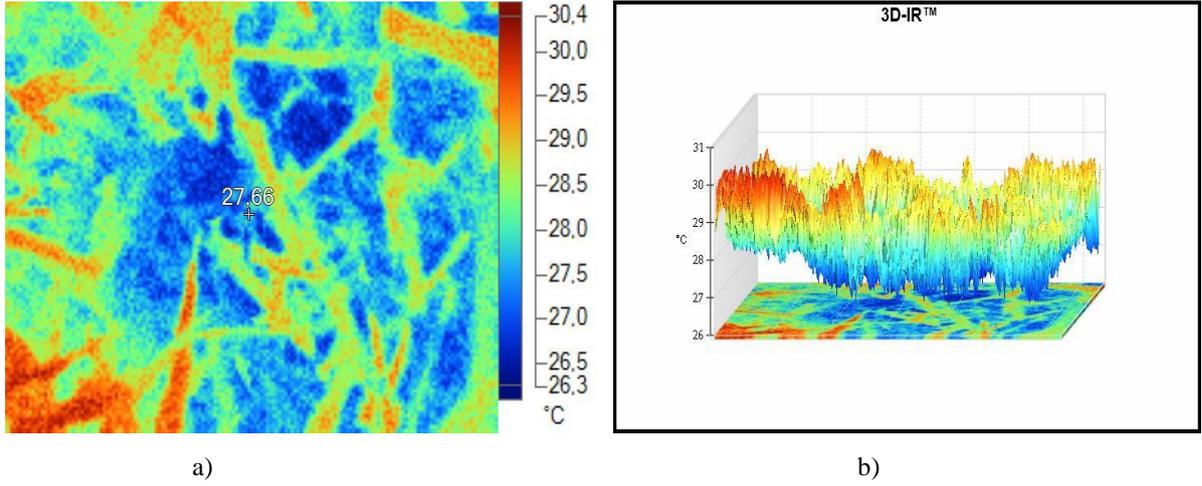
Şekil 4.19. a) %55 TRK'nın aerobik stabilitenin 24. saatinde termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

%55 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin, 24. saatinde 24 °C yapılan termal kamera çekimleri sonucunda arka plan sıcaklığı 22°C iken, TRK'nın ortalama sıcaklığı 24,88 °C olarak saptanmıştır (Şekil 4.20).



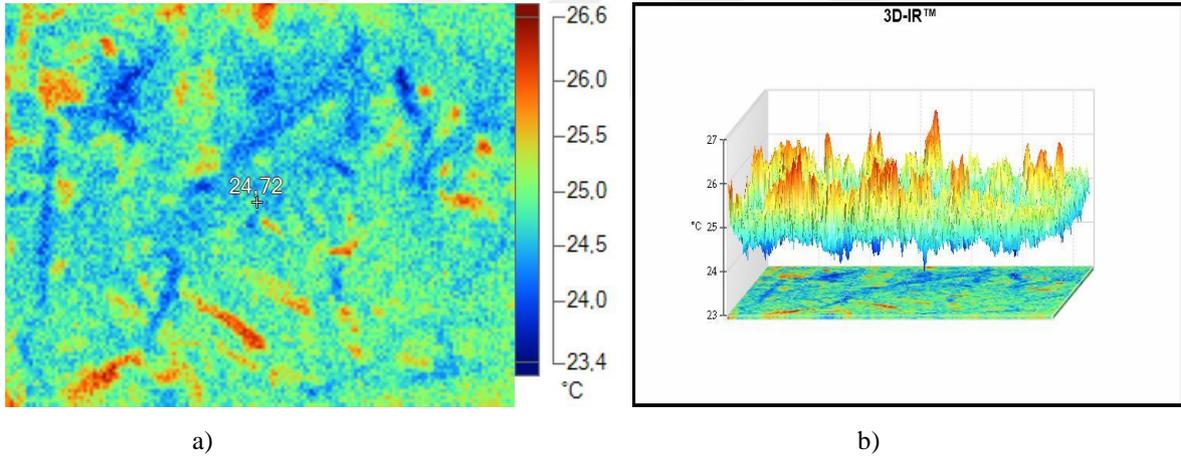
Şekil 4.20. a) %55 TRK'nın aerobik stabilitenin 24. saatinde termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

%55 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin, 48. saatinde 30 °C yapılan termal kamera çekimleri sonucunda arka plan sıcaklığı 22°C iken, TRK'nın ortalama sıcaklığı 27,66 °C olarak saptanmıştır (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. a) %55 TRK'nın aerobik stabilitenin 48. saatinde termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

%55 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin, 48. saatinde 24 °C yapılan termal kamera çekimleri sonucunda arka plan sıcaklığı 22 °C iken, TRK'nın ortalama sıcaklığı 24,72 °C olarak saptanmıştır (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. a) %55 TRK'nın aerobik stabilitenin 48. saatinde termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

### 4.3. TRK (%50 KM)

Araştırmanın 0. ve 48. saatinde %50 KM içeriğine sahip TKR'nın ham besin madde ve hücre çeperi içerikleri Çizelge 4.5'de sunulmuştur. Aerobik stabilite süresine bağlı olarak yemlerin HP ( $P<0,01$ ), HK, HY, NDF, ADF içerikleri artmıştır ( $P<0,001$ ). HSel ve ME içerikleri ise süreye bağlı olarak düşmüştür ( $P<0,001$ ). Farklı ortam sıcaklığı ise 30 °C yem örneklerinin HK, HSel, içeriklerini arttırmış, HP, ADF ve ME içeriklerini ise düşürmüştür ( $P<0,001$ ).



Çizelge 4.5. %50 KM içeriğine sahip TRK'nın 0. ve 48. saatte ham besin madde ve hücre çeperi içerikleri

| Sıcaklı         | Süre (saat) | KM, %              | HP, %KM            | HK, %KM           | HY, %KM           | NDF, %KM           | ADF, %KM           | HSel, %KM          | ME (Kcal/kg)         |
|-----------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| <b>24 °C</b>    | <b>0.</b>   | 93,26 <sup>a</sup> | 14,36 <sup>b</sup> | 8,56 <sup>b</sup> | 2,41 <sup>c</sup> | 44,38 <sup>c</sup> | 32,28 <sup>c</sup> | 12,10 <sup>b</sup> | 1938,27 <sup>a</sup> |
|                 | <b>48.</b>  | 92,66 <sup>b</sup> | 15,21 <sup>a</sup> | 8,55 <sup>b</sup> | 2,60 <sup>b</sup> | 44,57 <sup>b</sup> | 35,64 <sup>a</sup> | 10,93 <sup>c</sup> | 1813,18 <sup>c</sup> |
| <b>30 °C</b>    | <b>0.</b>   | 93,26 <sup>a</sup> | 14,36 <sup>b</sup> | 8,56 <sup>b</sup> | 2,41 <sup>c</sup> | 44,38 <sup>c</sup> | 32,28 <sup>c</sup> | 12,10 <sup>b</sup> | 1938,27 <sup>a</sup> |
|                 | <b>48.</b>  | 92,45 <sup>c</sup> | 14,39 <sup>b</sup> | 8,89 <sup>a</sup> | 2,64 <sup>a</sup> | 47,61 <sup>a</sup> | 33,03 <sup>b</sup> | 14,58 <sup>a</sup> | 1910,24 <sup>b</sup> |
| <b>SH</b>       |             | 0,03               | 0,04               | 0,01              | 0,01              | 0,01               | 0,01               | 0,01               | 0,43                 |
| <i>P</i>        |             |                    |                    |                   |                   |                    |                    |                    |                      |
| Sıcaklık        |             | <0,001             | <0,001             | <0,001            | 0,126             | 0,114              | <0,001             | <0,001             | <0,001               |
| Süre            |             | <0,01              | <0,01              | <0,001            | <0,001            | <0,001             | <0,001             | <0,001             | <0,001               |
| Sıcaklık X Süre |             | <0,001             | <0,001             | <0,001            | <0,001            | <0,001             | <0,001             | <0,001             | <0,001               |

KM: Kuru madde, HP: Ham protein, HK: Ham kül, HY: Ham yağ, NDF: Nötr çözücülerde çözünmeyen lif, ADF: Asit çözücülerde çözünmeyen lif, HSel: Hemiselüloz, ME: Metabolik enerji, SH: Standart hata.

<sup>a,b,c</sup> Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0,01; P<0,001).

%50 KM içerikli yemlerin aerobik stabilitenin 0., 2., 6., 12., 24., ve 48 saatine ait KM, pH, LA, SK, LAB ve maya sonuçları izelge 4.6'da verilmiştir.



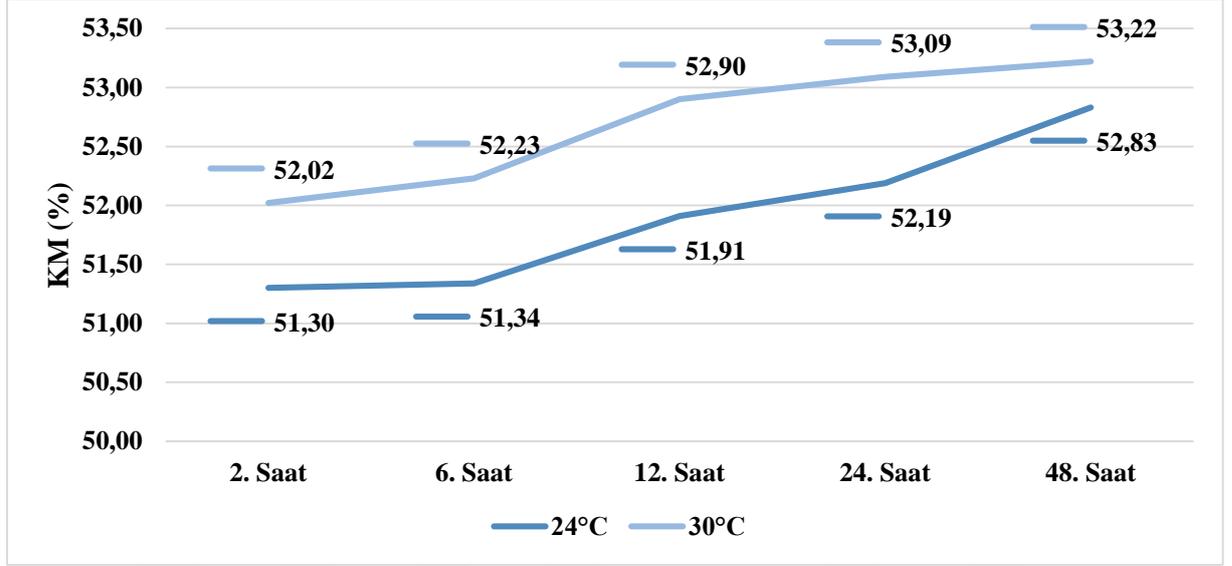
Çizelge 4.6. %50 KM içeriğine sahip TRK'nın aerobik stabilite analiz sonuçları

| Sıcaklık        | Süre (saat) | KM %                 | pH                | LA, g/kg KM         | SÇK, g/kg KM        | LAB, kob/g KM       | Maya, kob/g KM      |
|-----------------|-------------|----------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                 | 0.          | 51,15                | 4,85              | 7,74                | 79,61               | 2,30                | 3,00                |
| 24 °C           | 2.          | 51,30 <sup>c</sup>   | 4,86 <sup>a</sup> | 8,18 <sup>bc</sup>  | 85,14 <sup>a</sup>  | 1,88 <sup>a-c</sup> | 3,18 <sup>bc</sup>  |
|                 | 6.          | 51,34 <sup>c</sup>   | 4,82 <sup>b</sup> | 11,45 <sup>a</sup>  | 70,98 <sup>d</sup>  | 2,17 <sup>a</sup>   | 3,22 <sup>b</sup>   |
|                 | 12.         | 51,91 <sup>c</sup>   | 4,77 <sup>c</sup> | 5,31 <sup>f</sup>   | 75,50 <sup>bc</sup> | 1,70 <sup>bc</sup>  | 3,09 <sup>c-e</sup> |
|                 | 24.         | 52,19 <sup>ab</sup>  | 4,71 <sup>d</sup> | 9,71 <sup>ab</sup>  | 10,26 <sup>f</sup>  | 1,49 <sup>c</sup>   | 2,98 <sup>ef</sup>  |
|                 | 48.         | 52,83 <sup>ab</sup>  | 4,71 <sup>d</sup> | 5,61 <sup>ef</sup>  | 13,39 <sup>e</sup>  | 1,03 <sup>d</sup>   | 3,05 <sup>de</sup>  |
| 30 °C           | 2.          | 52,02 <sup>b-c</sup> | 4,81 <sup>b</sup> | 6,30 <sup>c-f</sup> | 77,60 <sup>ab</sup> | 2,05 <sup>ab</sup>  | 3,34 <sup>a</sup>   |
|                 | 6.          | 52,23 <sup>a-c</sup> | 4,82 <sup>b</sup> | 6,02 <sup>d-f</sup> | 76,36 <sup>b</sup>  | 1,98 <sup>ab</sup>  | 3,09 <sup>c-e</sup> |
|                 | 12.         | 52,90 <sup>a-c</sup> | 4,78 <sup>c</sup> | 11,38 <sup>a</sup>  | 73,83 <sup>c</sup>  | 1,98 <sup>ab</sup>  | 3,00 <sup>d-f</sup> |
|                 | 24.         | 53,09 <sup>a-c</sup> | 4,72 <sup>d</sup> | 7,92 <sup>b-d</sup> | 12,53 <sup>e</sup>  | 1,76 <sup>bc</sup>  | 2,92 <sup>f</sup>   |
|                 | 48.         | 53,22 <sup>a</sup>   | 4,70 <sup>d</sup> | 7,53 <sup>c-e</sup> | 12,65 <sup>e</sup>  | 1,72 <sup>bc</sup>  | 3,12 <sup>b-d</sup> |
| <b>SH</b>       |             | 0,48                 | 0,01              | 0,65                | 0,77                | 0,12                | 0,04                |
| <i>P</i>        |             |                      |                   |                     |                     |                     |                     |
| Sıcaklık        |             | <0,01                | 0,401             | 0,596               | 0,354               | <0,005              | 0,728               |
| Süre (saat)     |             | <0,05                | <0,001            | <0,01               | <0,001              | <0,001              | <0,001              |
| Sıcaklık X Süre |             | <0,01                | <0,001            | <0,001              | <0,001              | <0,001              | <0,001              |

KM: Kuru madde, LA: Laktik asit, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat LAB. Laktik asit bakterisi, kob: koloni oluşturan birim, SH: Standart hata,<sup>a-f</sup> Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0,05; P<0,001).

#### 4.3.1. KM

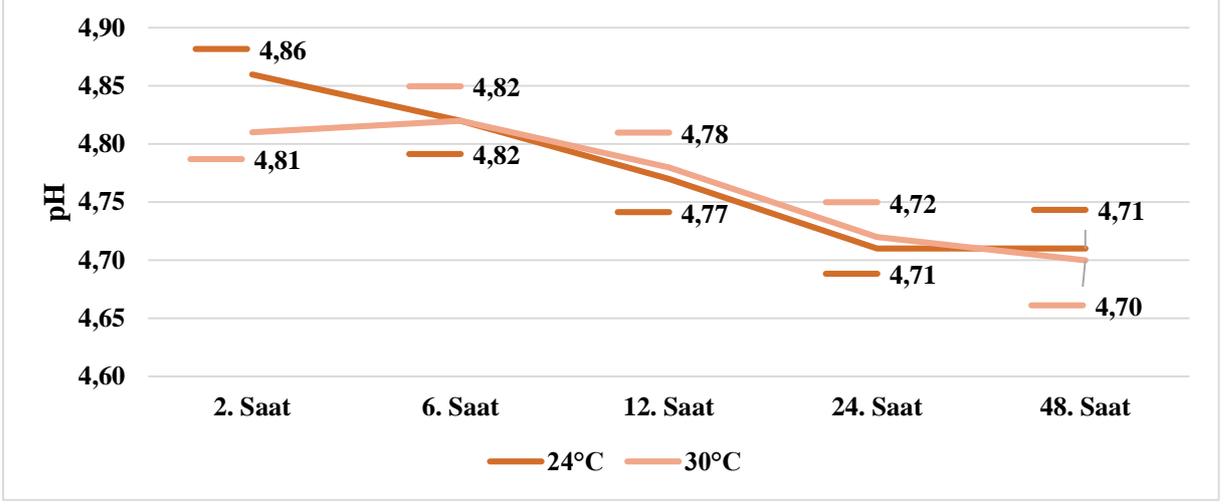
Başlangıç KM değeri % 51,15 olarak tespit edilen (%50 KM) yemlerin KM değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak artmıştır (Şekil 4.23). Yemlerin KM değerleri üzerinde depolama sıcaklığının ( $P<0,01$ ), aerobik stabilite süresinin ( $P<0,05$ ), depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi interaksyonu ( $P<0,01$ ) düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).



Şekil 4.23. TRK (%50 KM) yemlerin KM değerleri

#### 4.3.2. pH

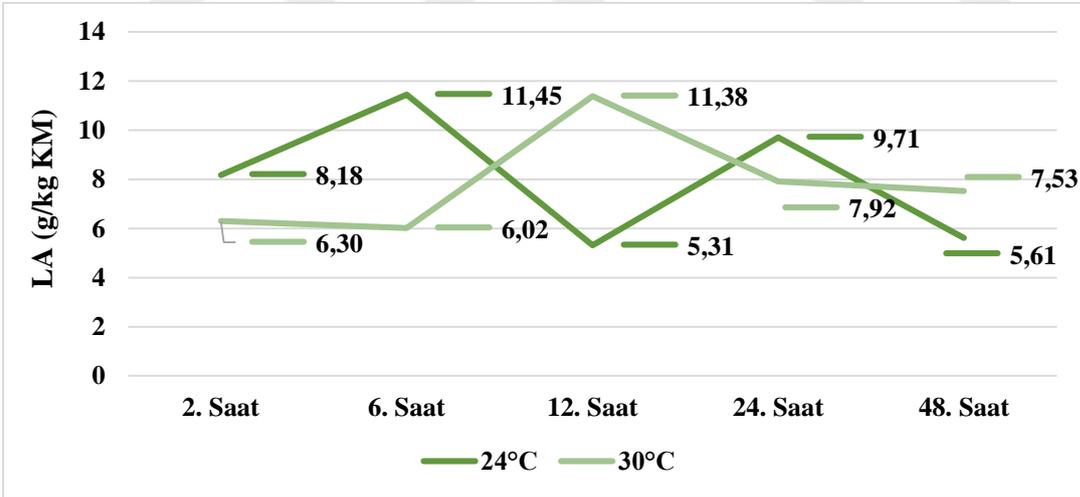
Başlangıç pH değeri 4,85 olarak tespit edilen (%50 KM) yemlerin pH değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak düşmüştür (Şekil 4.24). Yemlerin pH değerleri üzerinde depolama sıcaklığının bir etkisi tespit edilmemiştir. Yapılan istatistiki değerlendirme sonucunda aerobik stabilite süresi ( $P<0,001$ ) ve depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi interaksyonu ( $P<0,001$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.6).



Şekil 4.24. TRK (%50 KM) yemlerin pH değerleri

#### 4.3.3. LA

Başlangıç LA değeri 7,74 g/kg KM olarak tespit edilen (%50 KM) yemlerin LA değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak artmıştır (Şekil 4.25). Yapılan istatistiki değerlendirme sonucunda aerobik stabilite süresi ( $P<0,01$ ), depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi interaksiyonu ( $P<0,001$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.6).

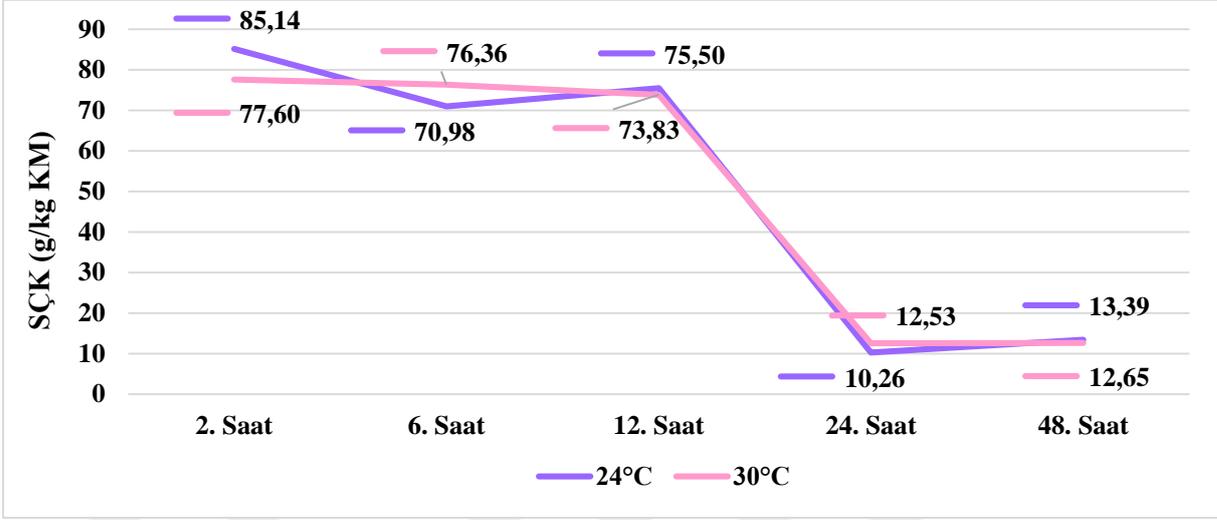


Şekil 4.25. TRK (%50 KM) yemlerin LA değerleri

#### 4.3.4. SÇK

Başlangıç SÇK değeri 79,61 g/kg KM olarak tespit edilen (%50 KM) yemlerin SÇK değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak düşmüştür (Şekil 4.26). Yapılan istatistiki

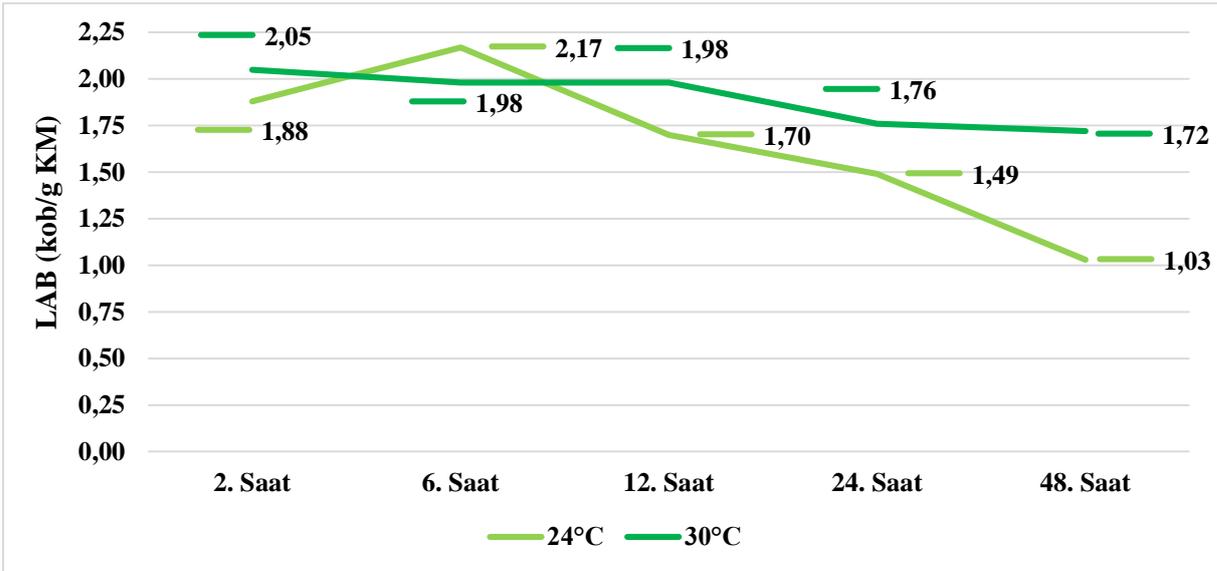
değerlendirme sonucunda aerobik stabilite süresi ( $P<0,001$ ), depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi interaksiyonu ( $P<0,001$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.6).



Şekil 4.26. TRK (%50 KM) yemlerin SÇK değerleri

#### 4.3.5. LAB

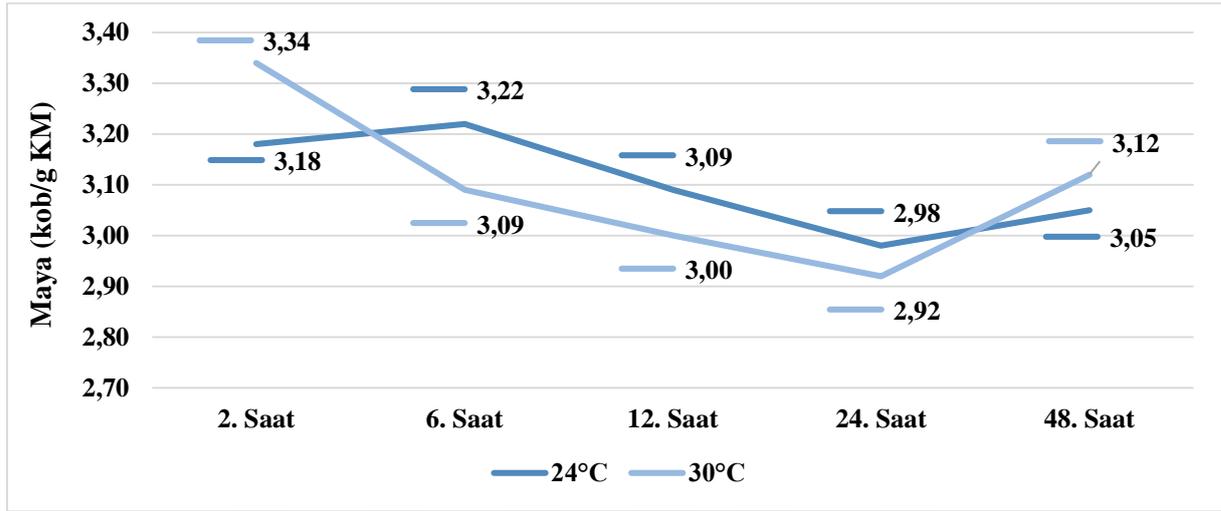
Başlangıç LAB değeri 2,30 kob/g KM olarak tespit edilen (%50 KM) yemlerin LAB değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak düşmüştür (Şekil 4.27). Yemlerin LAB değerleri üzerinde depolama sıcaklığının etkili olmuş, 30 °C depolanan yemlerin SÇK değerleri daha yüksek tespit edilmiştir ( $P<0,005$ ). Aerobik stabilite süresi ( $P<0,001$ ) depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi interaksiyonu ( $P<0,001$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.6).



Şekil 4.27. TRK (%50 KM) yemlerin LAB değerleri

#### 4.3.6. Maya

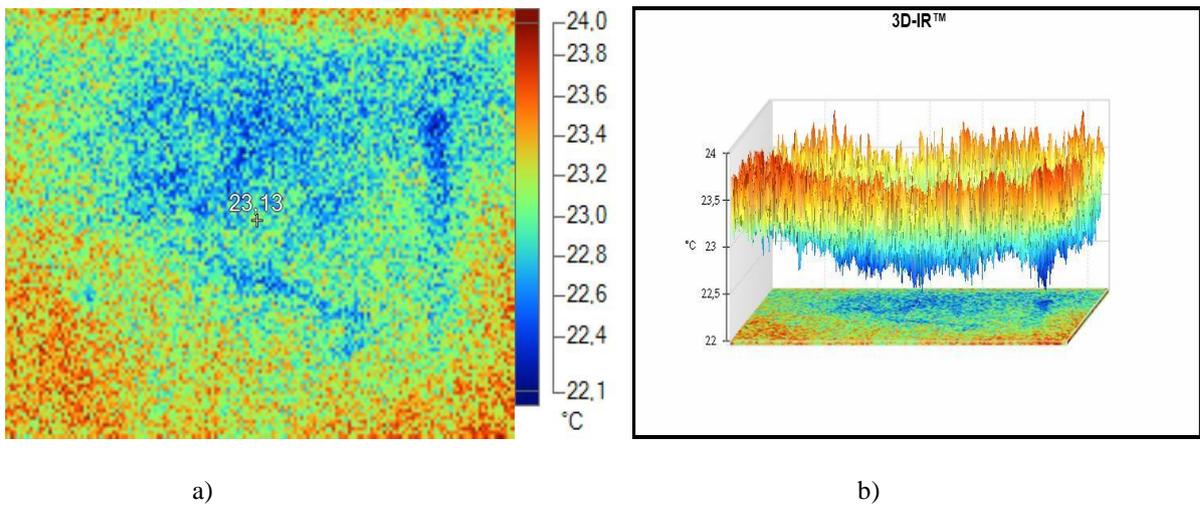
Başlangıç maya değeri 3,14 kob/g KM olarak tespit edilen (%50 KM) yemlerin maya değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak düşmüştür (Şekil 4.28). Yemlerin maya değerleri üzerinde depolama sıcaklığının bir etkisi olmamıştır. Aerobik stabilite süresi, depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi interaksiyonu ( $P<0,001$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.6).



Şekil 4.28. TRK (%50 KM) yemlerin maya değerleri

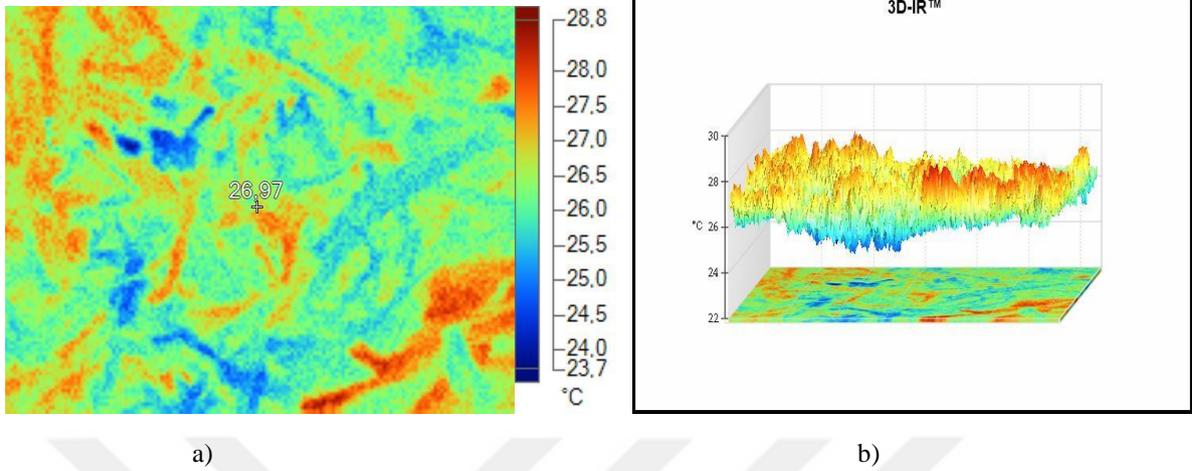
#### 4.3.7. Termal Kamera Görüntüleri

%50 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 0. saatinde yapılan termal kamera çekimleri sonucunda arka plan sıcaklığı 22 °C iken, TRK'nın ortalama sıcaklığı 23,13 °C olarak saptanmıştır (Şekil 4.29).



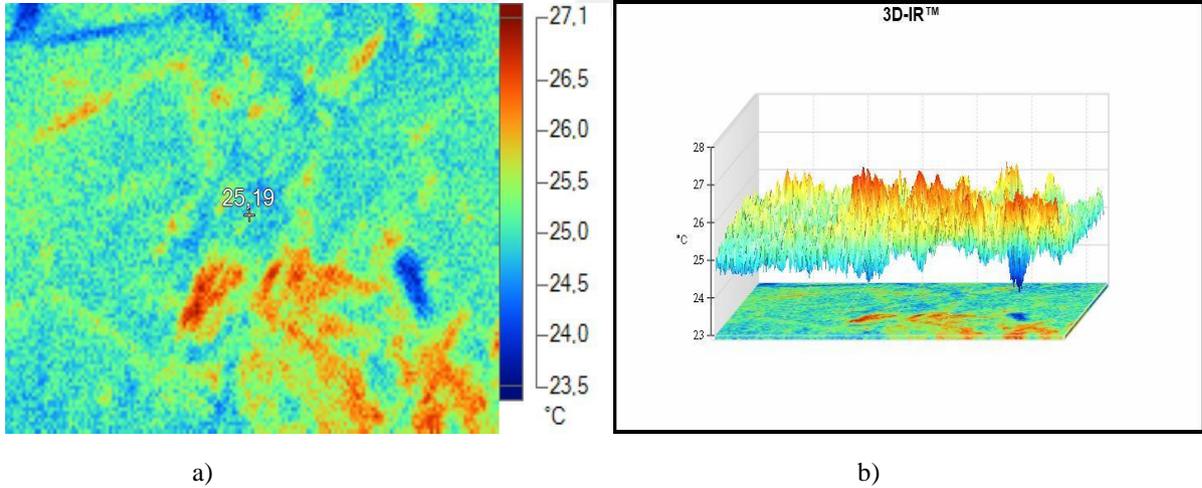
Şekil 4.29. a) %50 TRK'nın aerobik stabilitenin 0. saatinde termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

%50 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin, 24. saatinde 30 °C yapılan termal kamera çekimleri sonucunda arka plan sıcaklığı 22 °C iken, TRK'nın ortalama sıcaklığı 26,97 °C olarak saptanmıştır (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. a) %50 TRK'nın aerobik stabilitenin 24. saatinde termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

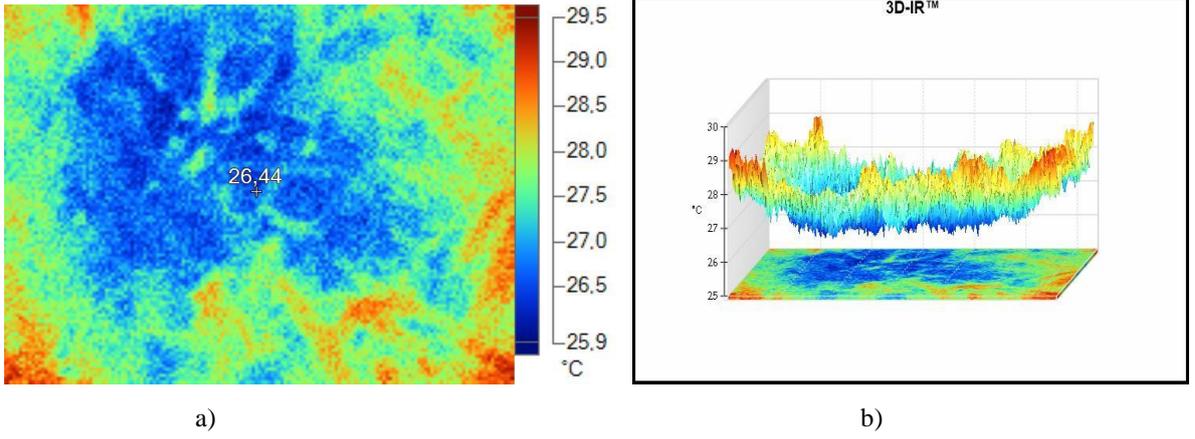
%50 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin, 24. saatinde 24 °C yapılan termal kamera çekimleri sonucunda arka plan sıcaklığı 22 °C iken, TRK'nın ortalama sıcaklığı 25,19 °C olarak saptanmıştır (Şekil 4.31).



Şekil 4.31. a) %50 TRK'nın aerobik stabilitenin 24. saatinde termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

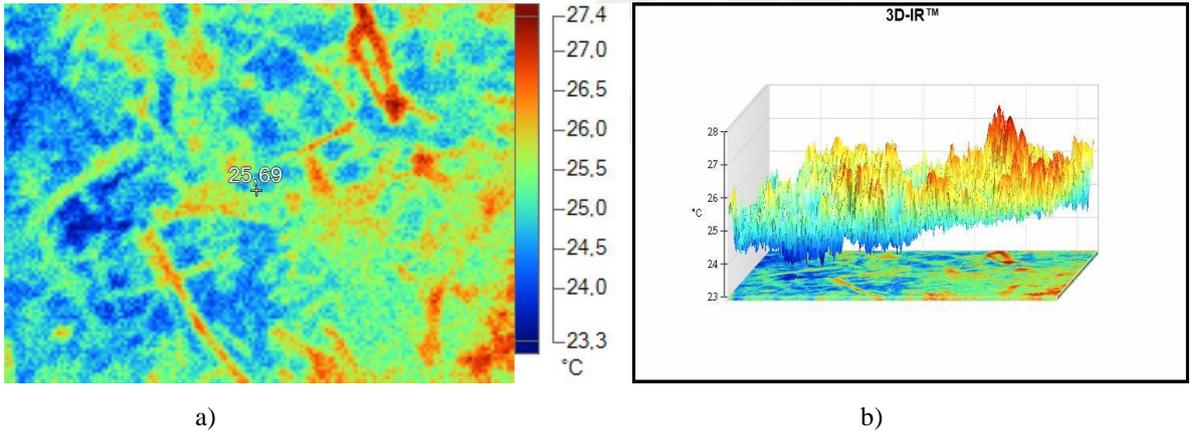
%50 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin, 48. saatinde 30 °C yapılan termal kamera çekimleri sonucunda arka plan sıcaklığı 22 °C iken, TRK'nın ortalama sıcaklığı 26,44 °C olarak saptanmıştır (Şekil 4.32).





Şekil 4.32. a) %50 TRK'nın aerobik stabilitenin 48. saatinde termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

%50 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin, 48. saatinde 24 °C yapılan termal kamera çekimleri sonucunda arka plan sıcaklığı 22 °C iken, TRK'nın ortalama sıcaklığı 25,69 °C olarak saptanmıştır (Şekil 4.33).



Şekil 4.33. a) %50 TRK'nın aerobik stabilitenin 48. saatinde termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

#### 4.4. TRK (%45 KM)

Araştırmanın 0. ve 48. saatinde %45 KM içerikli TKR'nın ham besin madde ve hücre çeperi içerikleri Çizelge 4.7'de sunulmuştur. Aerobik stabilite süresine bağlı olarak yemlerin HP, HK, NDF, ADF, HSel ve ME içerikleri süreye bağlı olarak artmıştır ( $P<0,001$ ). Farklı ortam sıcaklığı ise 30 °C'deki yem örneklerinin HK, ADF içeriklerini arttırmış, HSel ve ME içeriklerini ise düşürmüştür ( $P<0,001$ ).

Çizelge 4.7. %45 KM içeriğine sahip TRK'nın 0. ve 48. saatte ham besin madde ve hücre çeperi içerikleri

| Sıcaklık        | Süre (saat) | KM, %              | HP, %KM            | HK, %KM           | HY, %KM           | NDF, %KM           | ADF, %KM           | HSel, %KM          | ME (Kcal/kg)         |
|-----------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| <b>24 °C</b>    | <b>0.</b>   | 92,65 <sup>a</sup> | 14,45 <sup>b</sup> | 8,76 <sup>c</sup> | 3,08 <sup>a</sup> | 39,20 <sup>c</sup> | 29,15 <sup>b</sup> | 10,05 <sup>c</sup> | 2054,71 <sup>b</sup> |
|                 | <b>48.</b>  | 91,12 <sup>c</sup> | 14,98 <sup>a</sup> | 9,09 <sup>a</sup> | 2,77 <sup>b</sup> | 42,04 <sup>b</sup> | 28,91 <sup>c</sup> | 13,13 <sup>a</sup> | 2063,72 <sup>a</sup> |
| <b>30 °C</b>    | <b>0.</b>   | 92,65 <sup>a</sup> | 14,45 <sup>b</sup> | 8,76 <sup>c</sup> | 3,08 <sup>a</sup> | 39,20 <sup>c</sup> | 29,15 <sup>b</sup> | 10,05 <sup>c</sup> | 2054,71 <sup>b</sup> |
|                 | <b>48.</b>  | 91,41 <sup>b</sup> | 15,03 <sup>a</sup> | 8,82 <sup>b</sup> | 2,78 <sup>b</sup> | 46,15 <sup>a</sup> | 34,54 <sup>a</sup> | 11,61 <sup>b</sup> | 1854,12 <sup>c</sup> |
| <b>SH</b>       |             | 0,01               | 0,03               | 0,01              | 0,01              | 0,01               | 0,01               | 0,01               | 0,43                 |
| <i>P</i>        |             |                    |                    |                   |                   |                    |                    |                    |                      |
| Sıcaklık        |             | <0,001             | 0,325              | <0,001            | 0,647             | 0,114              | <0,001             | <0,001             | <0,001               |
| Süre            |             | <0,01              | <0,001             | <0,001            | <0,001            | <0,001             | <0,001             | <0,001             | <0,001               |
| Sıcaklık X Süre |             | <0,001             | <0,001             | <0,001            | <0,001            | <0,001             | <0,001             | <0,001             | <0,001               |

KM: Kuru madde, HP: Ham protein, HK: Ham kül, HY: Ham yağ, NDF: Nötr çözücülerde çözünmeyen lif, ADF: Asit çözücülerde çözünmeyen lif, HSel: hemiselüloz, ME: Metabolik enerji, SH: Standart hata.

<sup>a,b,c</sup> Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0,001).

%45 KM içerikli yemlerin aerobik stabilitenin 0., 2., 6., 12., 24., ve 48 saatine ait KM, pH, LA, SÇK, LAB ve maya sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir.

#### 4.4.1. KM

Başlangıç KM değeri %46,29 olarak tespit edilen (%45 KM) yemlerin KM değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak artmıştır (Şekil 4.34). Yemlerin KM değerleri üzerinde depolama sıcaklığının ( $P<0,01$ ), depolama süresi ( $P<0,05$ ), depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi interaksyonu ( $P<0,01$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8).

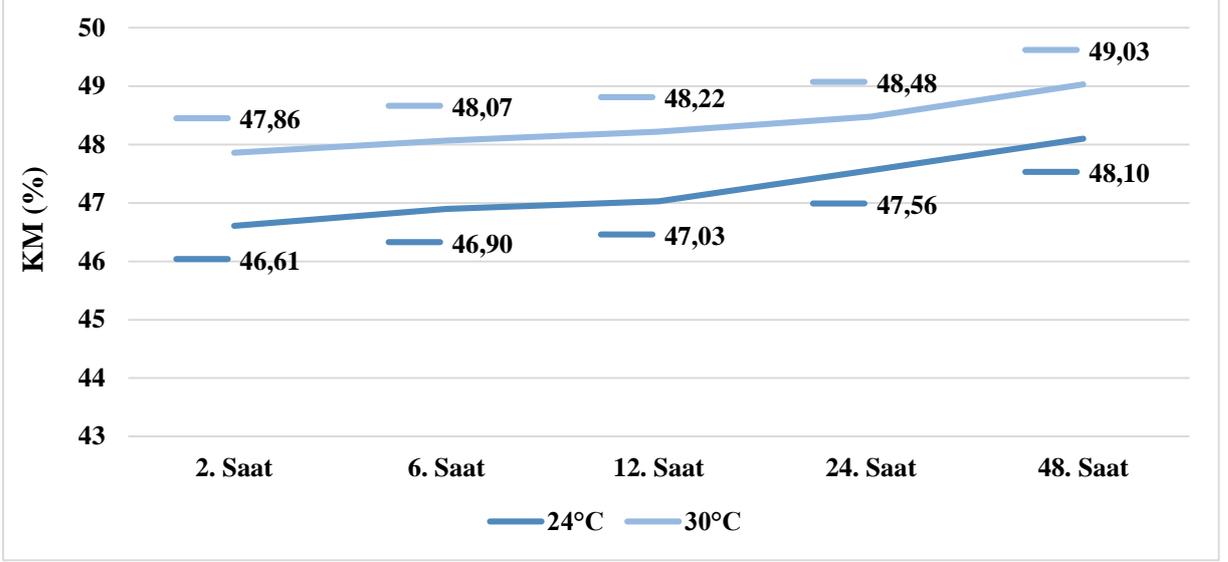


Çizelge 4.8. %45 KM içeriğine sahip TRK'nın aerobik stabilite analiz sonuçları

| Sıcaklık        | Süre (saat) | KM %                 | pH                 | LA, g/kg KM        | SÇK, g/kg KM       | LAB, kob/g KM      | Maya, kob/g KM      |
|-----------------|-------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
|                 | 0.          | 46,29                | 4,82               | 10,94              | 73,24              | 2,42               | 3,14                |
| <b>24 °C</b>    | 2.          | 46,61 <sup>e</sup>   | 4,85 <sup>a</sup>  | 6,96 <sup>bc</sup> | 82,24 <sup>b</sup> | 1,73 <sup>cd</sup> | 3,23 <sup>a-c</sup> |
|                 | 6.          | 46,90 <sup>de</sup>  | 4,82 <sup>bc</sup> | 8,14 <sup>b</sup>  | 88,00 <sup>a</sup> | 2,03 <sup>bc</sup> | 3,16 <sup>b-d</sup> |
|                 | 12.         | 47,03 <sup>c-e</sup> | 4,80 <sup>cd</sup> | 7,17 <sup>bc</sup> | 78,59 <sup>b</sup> | 2,54 <sup>a</sup>  | 3,05 <sup>e</sup>   |
|                 | 24.         | 47,56 <sup>b-e</sup> | 4,72 <sup>e</sup>  | 11,14 <sup>a</sup> | 20,43 <sup>d</sup> | 1,97 <sup>bc</sup> | 3,19 <sup>a-d</sup> |
|                 | 48.         | 48,10 <sup>a-d</sup> | 4,71 <sup>e</sup>  | 5,98 <sup>c</sup>  | 15,16 <sup>e</sup> | 1,97 <sup>bc</sup> | 3,20 <sup>a-d</sup> |
| <b>30 °C</b>    | 2.          | 47,86 <sup>a-e</sup> | 4,83 <sup>ab</sup> | 6,80 <sup>bc</sup> | 74,39 <sup>c</sup> | 1,58 <sup>d</sup>  | 3,26 <sup>ab</sup>  |
|                 | 6.          | 48,07 <sup>a-d</sup> | 4,82 <sup>bc</sup> | 11,68 <sup>a</sup> | 87,86 <sup>a</sup> | 2,11 <sup>b</sup>  | 3,14 <sup>c-e</sup> |
|                 | 12.         | 48,22 <sup>a-c</sup> | 4,77 <sup>d</sup>  | 8,25 <sup>b</sup>  | 71,60 <sup>c</sup> | 1,52 <sup>d</sup>  | 3,28 <sup>a</sup>   |
|                 | 24.         | 48,48 <sup>ab</sup>  | 4,70 <sup>ef</sup> | 8,09 <sup>b</sup>  | 19,18 <sup>d</sup> | 1,92 <sup>bc</sup> | 3,09 <sup>de</sup>  |
|                 | 48.         | 49,03 <sup>a</sup>   | 4,68 <sup>f</sup>  | 8,24 <sup>b</sup>  | 12,81 <sup>e</sup> | 2,12 <sup>b</sup>  | 3,22 <sup>a-c</sup> |
| <b>SH</b>       |             | 0,39                 | 0,01               | 0,58               | 1,28               | 0,09               | 0,03                |
| <i>P</i>        |             |                      |                    |                    |                    |                    |                     |
| Sıcaklık        |             | <0,001               | <0,01              | 0,061              | <0,001             | <0,01              | 0,141               |
| Süre (saat)     |             | <0,05                | <0,001             | <0,001             | <0,001             | <0,001             | <0,05               |
| Sıcaklık X Süre |             | <0,01                | <0,001             | <0,001             | <0,001             | <0,001             | <0,01               |

KM: Kuru madde, LA: Laktik asit, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat LAB. Laktik asit bakterisi, kob: koloni oluşturan birim, SH: Standart hata,

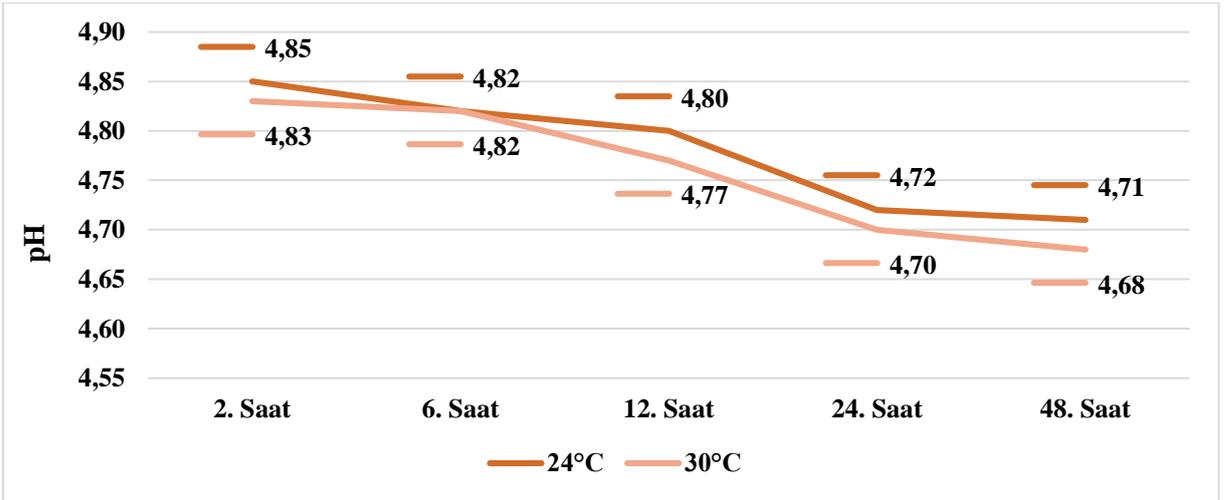
<sup>a-e</sup>Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0,05; P<0,001)



Şekil 4.34. TRK (%45 KM) yeşil'in KM değerleri

#### 4.4.2. pH

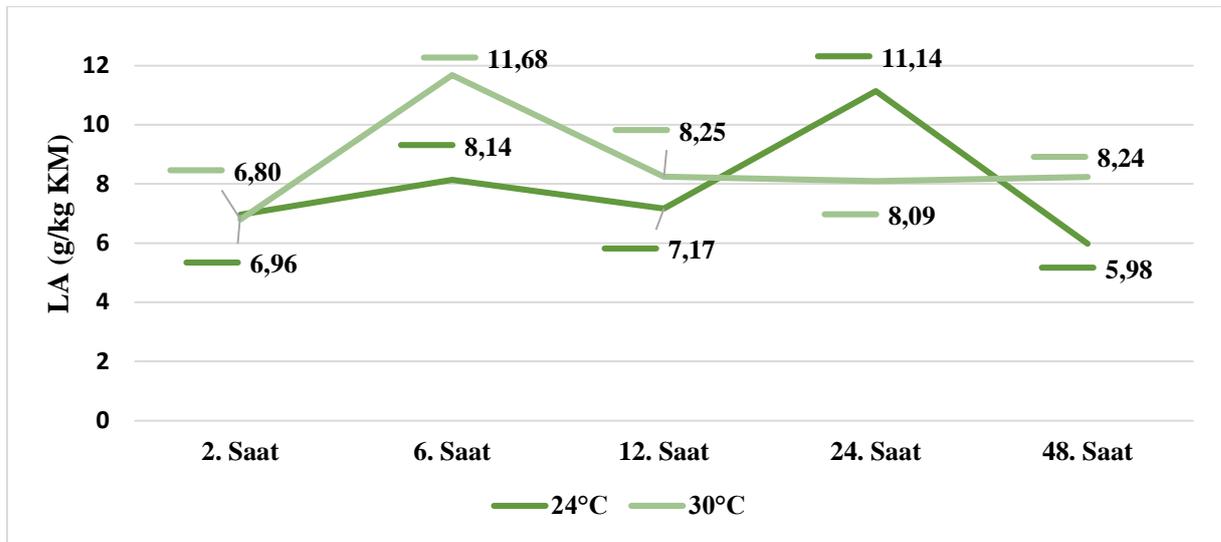
Başlangıç pH değeri 4,82 olarak tespit edilen (%45 KM) yeşil'in pH değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak düşmüştür (Şekil 4.35). Yeşil'in pH değerleri üzerinde depolama sıcaklığında etkili olmuş, 24 °C de depolanan yeşil'in pH değerleri 30 °C de depolanan yeşil'e oranla daha yüksek tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda aerobik stabilite süresi ( $P<0,001$ ) ve depolama sıcaklığı ( $P<0,01$ ), depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi etkileşimini ( $P<0,001$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8).



Şekil 4.35. TRK (%45 KM) yeşil'in pH değerleri

#### 4.4.3. LA

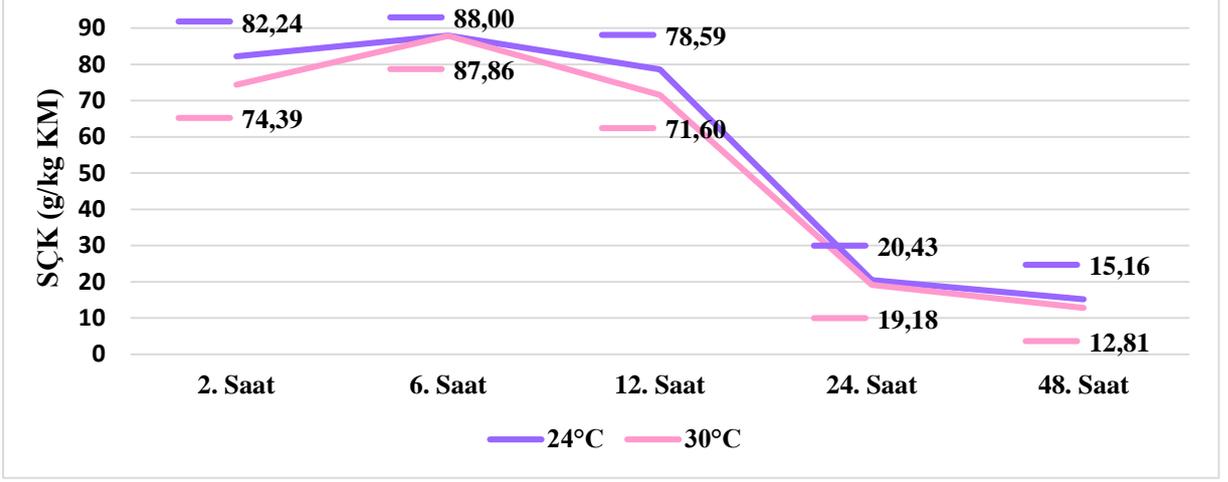
Başlangıç LA değeri 10,94 g/kg KM olarak tespit edilen (%45 KM) yemlerin LA değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak artmıştır (Şekil 4.36). Yemlerin LA değerleri üzerinde depolama sıcaklığında etkili olmuş, 30 °C de depolanan yemlerin LA değerleri 24 °C de depolanan yemlere oranla daha yüksek tespit edilmiştir. Yapılan istatistiki değerlendirme sonucunda aerobik stabilite süresi ( $P<0,001$ ) ve depolama sıcaklığı ( $P<0,01$ ), depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi interaksiyonu ( $P<0,001$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8).



Şekil 4.36. TRK (%45 KM) yemlerin LA değerleri

#### 4.4.4. SÇK

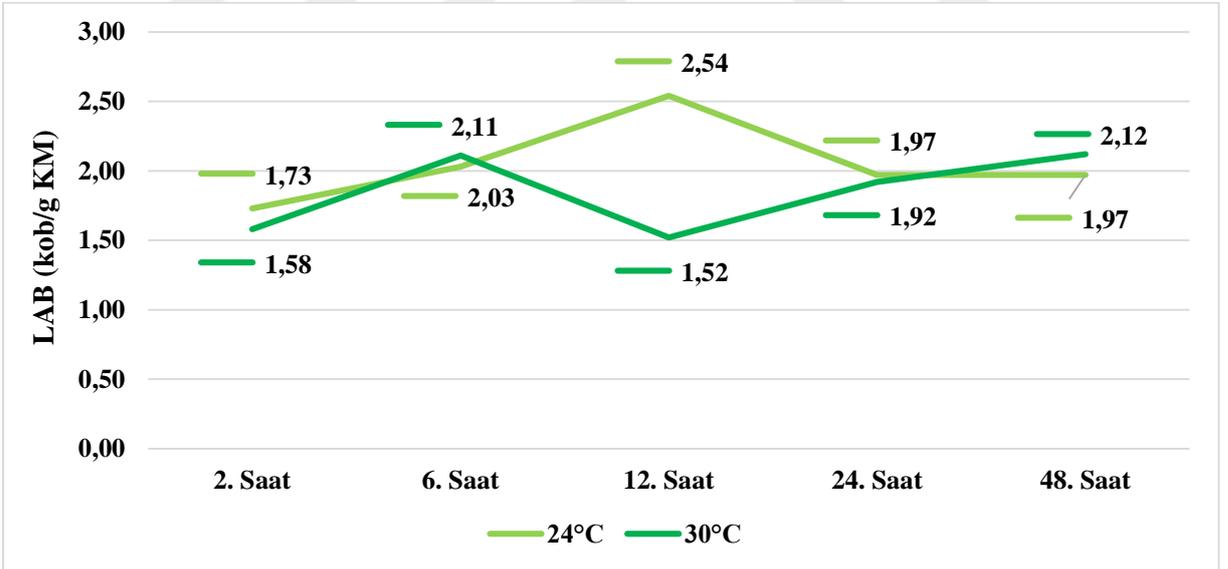
Başlangıç SÇK değeri 73,24 g/kg KM olarak tespit edilen (%45 KM) yemlerin SÇK değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak düşmüştür (Şekil 4.37). Yemlerin SÇK değerleri üzerinde depolama sıcaklığında etkili olmuş, 24 °C de depolanan yemlerin SÇK değerleri 30 °C de depolanan yemlere oranla daha yüksek tespit edilmiştir. Yapılan istatistiki değerlendirme sonucunda aerobik stabilite süresi ( $P<0,001$ ) ve depolama sıcaklığı ( $P<0,001$ ), depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi interaksiyonu ( $P<0,001$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8).



Şekil 4.37. TRK (%45 KM) yemlerin SÇK değerleri

#### 4.4.5. LAB

Başlangıç LAB değeri 2,42 kob/g KM olarak tespit edilen (%45 KM) yemlerin LAB değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak düşmüştür (Şekil 4.38). Yemlerin LAB değerleri üzerinde depolama sıcaklığı ( $P<0,01$ ), aerobik stabilite süresi ( $P<0,001$ ) depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi interaksyonunu ( $P<0,001$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8).

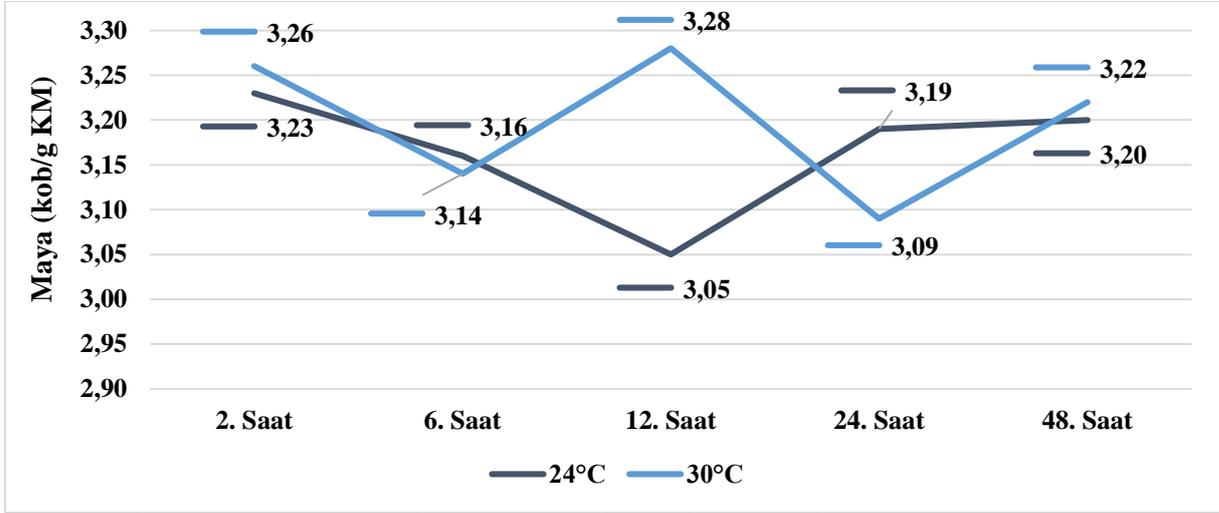


Şekil 4.38. TRK (%45 KM) yemlerin LAB değerleri

#### 4.4.6. Maya

Başlangıç maya değeri 3,14 kob/g KM olarak tespit edilen (%45 KM) yemlerin maya değerleri aerobik stabilite süresine bağlı olarak düşmüştür (Şekil 4.39). Yemlerin maya

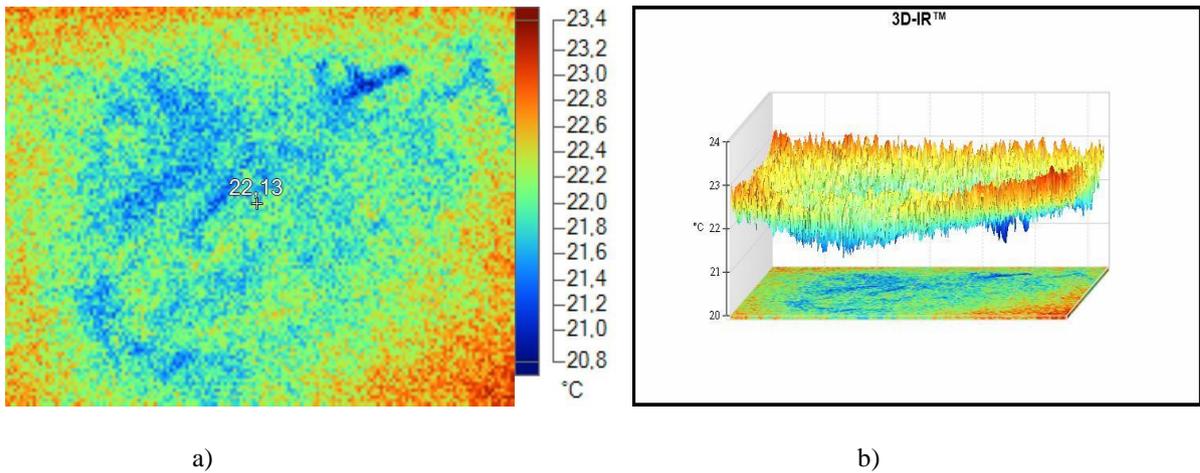
değerleri üzerinde depolama sıcaklığının bir etkisi olmamıştır. Aerobik stabilite süresi ( $P<0,05$ ) depolama sıcaklığı ve aerobik stabilite süresi interaksiyonu ( $P<0,005$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8).



Şekil 4.39. TRK (%45 KM) yemlerin maya değerleri

#### 4.4.7. Termal Kamera Görüntüleri

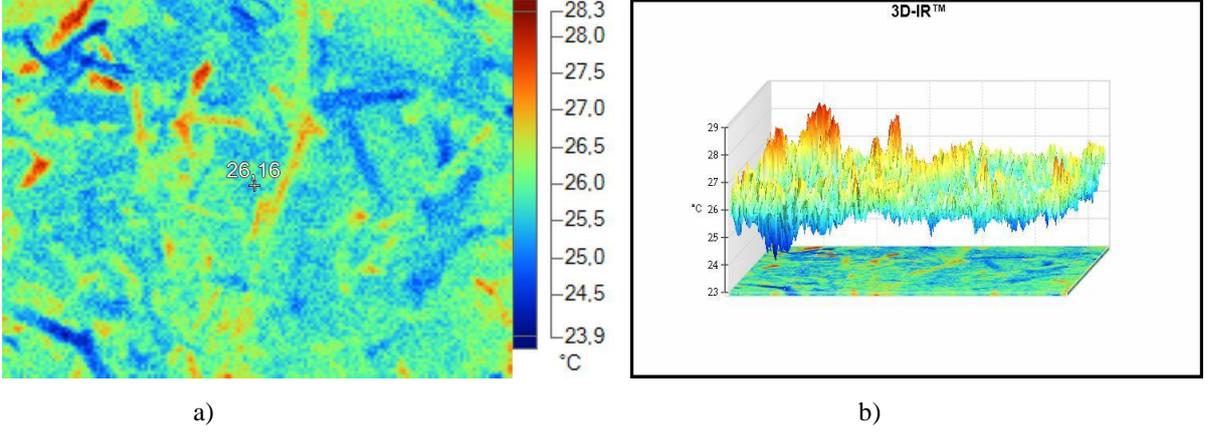
%45 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 0. saatinde yapılan termal kamera çekimleri sonucunda arka plan sıcaklığı 22 °C iken, yemin ortalama sıcaklığı 22,13 °C olarak saptanmıştır (Şekil 4.40).



Şekil 4.40. a) %45 TRK'nın aerobik stabilitenin 0. saatinde termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

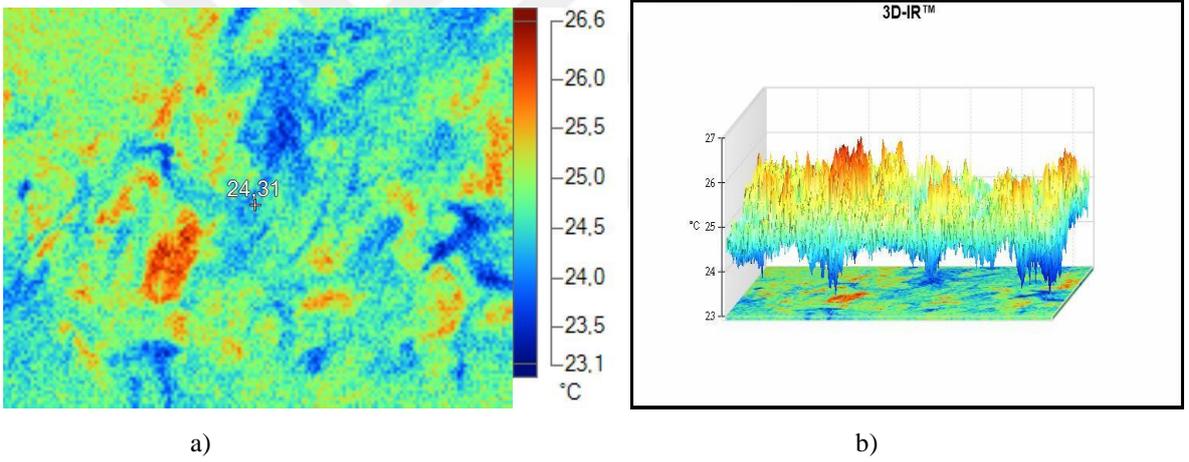
%45 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin 24. saatinde, 30 °C yapılan termal kamera çekimleri sonucunda arka plan sıcaklığı 22 °C iken, TRK'nın ortalama sıcaklığı 26,16 °C olarak saptanmıştır (Şekil 4.41).





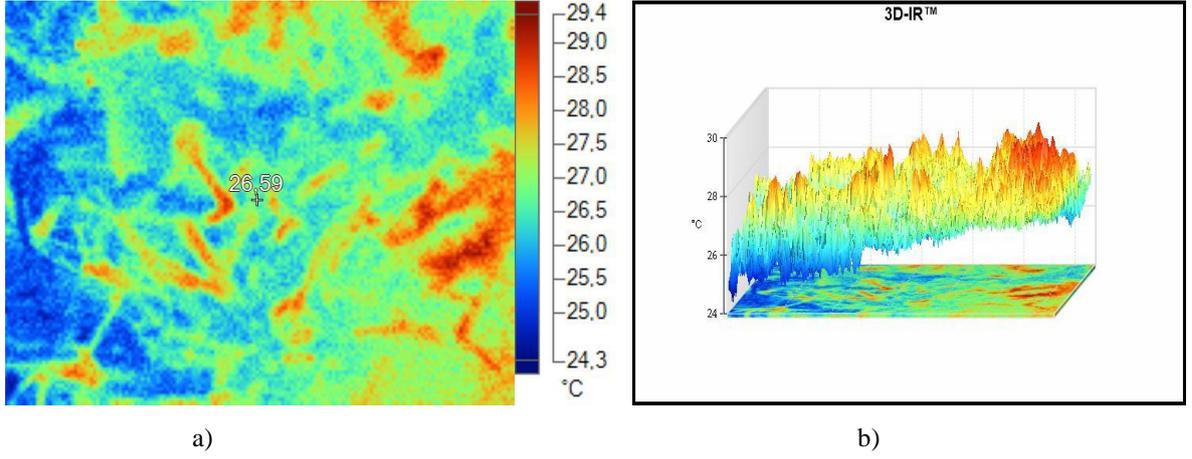
Şekil 4.41. a) %45 TRK'nın aerobik stabilitenin 24. saatinde termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

%45 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin, 24. saatinde 24 °C yapılan termal kamera çekimleri sonucunda arka plan sıcaklığı 22 °C iken, TRK'nın ortalama sıcaklığı 24,31 °C olarak saptanmıştır (Şekil 4.42).



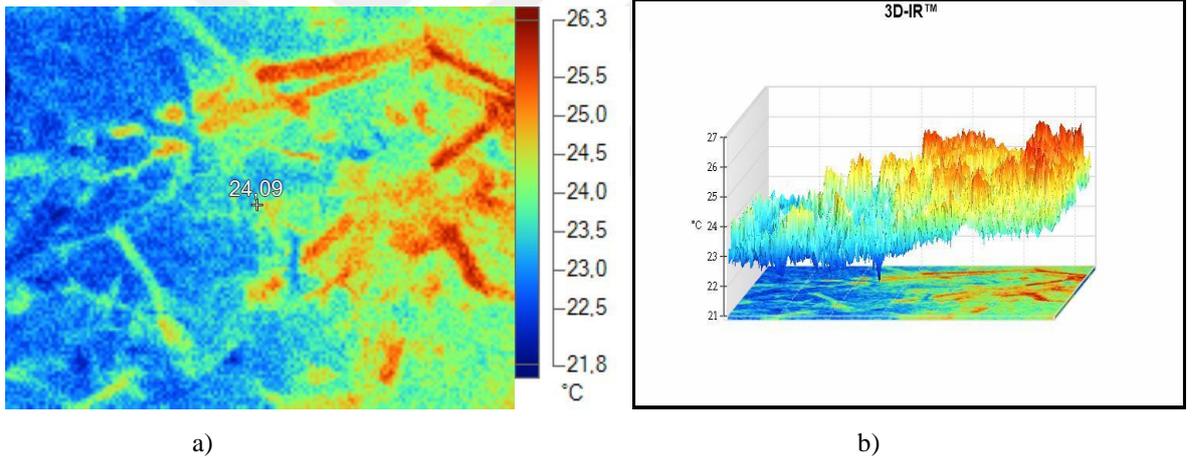
Şekil 4.42. a) %45 TRK'nın aerobik stabilitenin 24. saatinde termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

%45 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin, 48. saatinde 30 °C yapılan termal kamera çekimleri sonucunda arka plan sıcaklığı 22 °C iken, TRK'nın ortalama sıcaklığı 26,59 °C olarak saptanmıştır (Şekil 4.43).



Şekil 4.43. a) %45 TRK'nın aerobik stabilitenin 48. saatinde termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

%45 KM içerikli TRK'nın aerobik stabilitenin, 48. saatinde 24 °C yapılan termal kamera çekimleri sonucunda arka plan sıcaklığı 22 °C iken, TRK'nın ortalama sıcaklığı 24,09 °C olarak saptanmıştır (Şekil 4.44).



Şekil 4.44. a) %45 TRK'nın aerobik stabilitenin 48. saatinde termal kamera görüntüsü, b) Termal kamera görüntüsünün grafiği

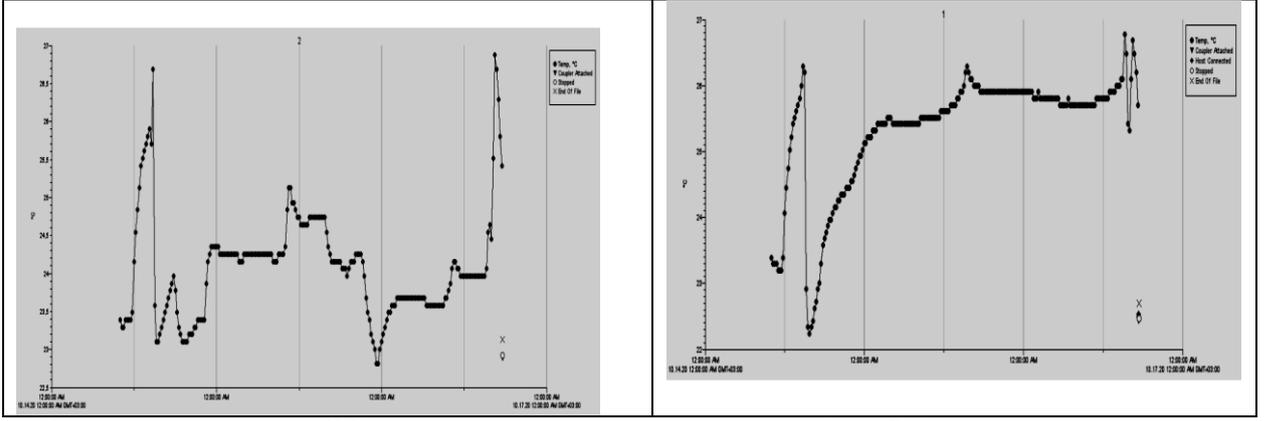
#### 4.5. TRK'nın Sıcaklık Sensör Verileri

Araştırma süresince sıcaklık sensör verilerine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.6'da verilmiştir.

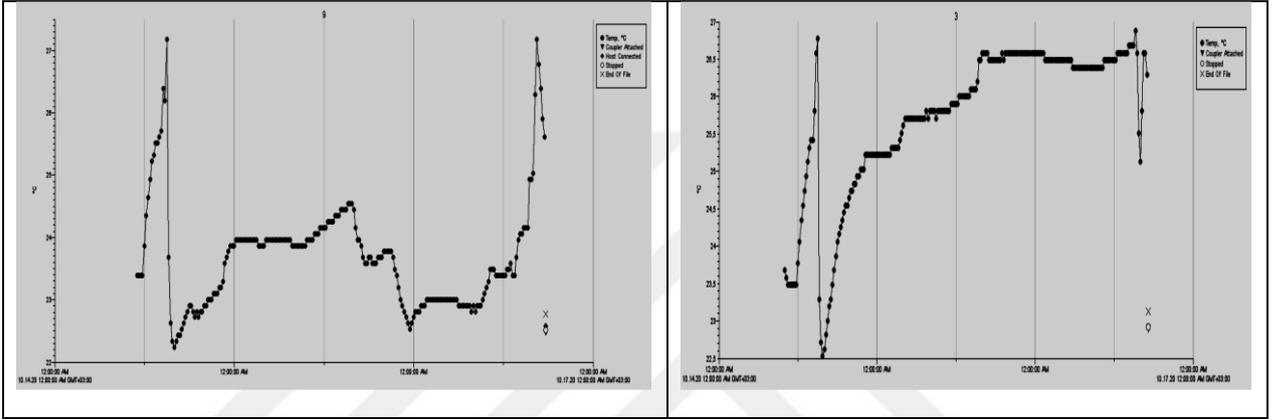
Çizelge 4.9. Aerobik stabilite süresince sıcaklık sensör verilerine ilişkin ortalama değerler (°C)

| Sıcaklık | Muameleler<br>% KM | Maksimum<br>sıcaklık saati | Sıcaklık<br>Maksimum | Sıcaklık<br>Minimum | Sıcaklık Ortalama |
|----------|--------------------|----------------------------|----------------------|---------------------|-------------------|
| 24 °C    | 60                 | 4.                         | 27,17                | 22                  | 23,58             |
|          | 55                 | 4.                         | 25,70                | 23,2                | 24,47             |
|          | 50                 | 4,45                       | 26,19                | 22,90               | 23,96             |
|          | 45                 | 4,5                        | 27,17                | 24,42               | 23,92             |
| 30 °C    | 60                 | 4,5                        | 26,58                | 22,04               | 25,49             |
|          | 55                 | 5                          | 26,97                | 22,42               | 25,29             |
|          | 50                 | 5                          | 26,78                | 22,52               | 25,49             |
|          | 45                 | 5,5                        | 26,29                | 22,23               | 25,23             |

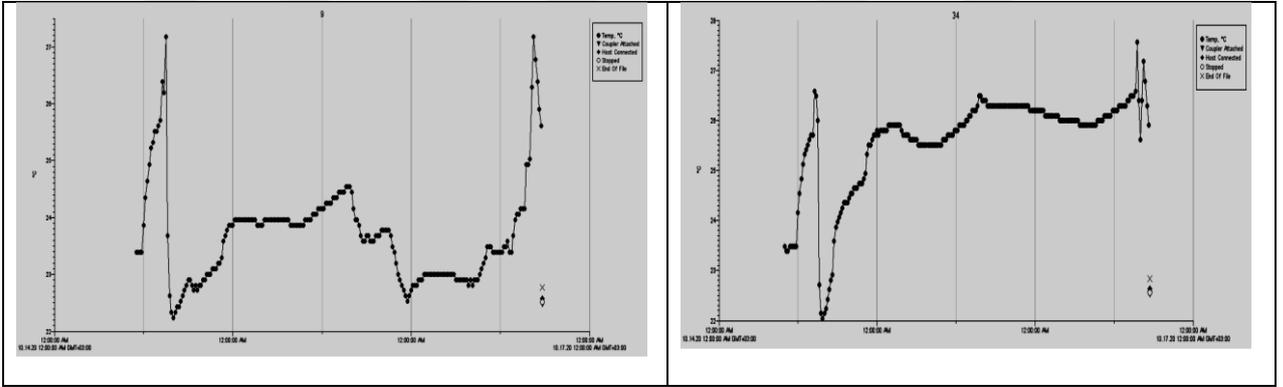
TRK örneklerindeki sıcaklık değişimleri ve ortam sıcaklığı 10 dakika aralıklarla 48 saat süreyle (hobo pentant data logger) takip edilmiştir. Sensör veri grafikleri (Şekil 4.45, Şekil 4.46, Şekil 4.47, Şekil 4.48) gösterilmiştir.



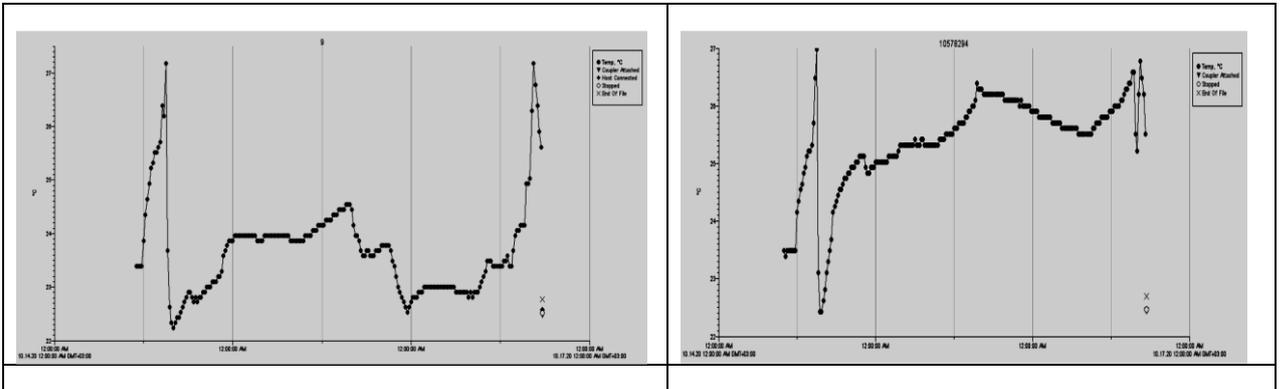
Şekil 4.45. %45 KM içerikli TRK'nın 24 °C ve 30 °C sensör veri grafiği



Şekil 4.46. %50 KM içerikli TRK'nın 24 °C ve 30 °C sensör veri grafiği



Şekil 4.47. %55 KM içerikli TRK'nın 24 °C ve 30 °C sensör veri grafiği



Şekil 4.48. %60 KM içerikli TRK'nın 24 °C ve 30 °C sensör veri grafiği

## 5. TARTIŞMA

Aerobik stabilite açılan bir silajın veya TRK'nın ısınmadan, bozulmadan kaldığı sürenin uzunluğu olarak tanımlanmaktadır. TRK sıcaklığının takip etme yöntemleri silaj aerobik stabilitesini ölçerken kullanılan yöntemlerle aynıdır. Bu konuda yapılan çalışmalarda, farklı metotlardan yararlanılmaktadır. Araştırmaların bir kısmında yemin sıcaklığı günde bir kez ölçülerek değerlendirilmeler yapılmıştır (Saarisalo, Jalava, Skytta, Haikara ve Jaakkola, 2006; Pursiainen ve Tuori, 2008; Heikkila, Saarisalo, Taimisto ve Jaakkola 2010; Jaakkola, Saarisalo ve Heikkila, 2010). Bazı araştırmalarda ise 7 günlük süredeki ortam sıcaklığı ve TRK sıcaklığını, günde iki kez manüel olarak veya 10 dakikalık aralıklarla bir veri kaydedici tarafından ölçülerek değerlendirilmiştir (Pursiainen ve Tuori, 2008). Otomatik olarak sensör verileri ile sıcaklık takibi daha ayrıntılı sıcaklık eğrilerinin tespit edilmesini ve aerobik stabilitenin belirli bir sıcaklık artışı için gereken saatler olarak tanımlanmasını sağlar. Stabilite için üst sınır araştırmacılara göre değişkenlik gösterebilmektedir. Bazı araştırmalarda yemin sıcaklığının, ortam sıcaklığının 1 °C (Adesogan ve Salawu, 2004), 2 °C (Pitt, Muck ve Pickering, 1991) veya 3 °C (Pauly ve Wyss, 2018) üzerine çıkması aerobik bozulma olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada ise yemin sıcaklığının ortam sıcaklığının 1 °C üzerine çıkması kriter olarak ele alınmıştır. Sensör verilerine ilişkin grafikler değerlendirildiğinde tüm yem örneklerinde 4-5 saat içerisinde sıcaklık artışları söz konusu olmuştur.

Son dönemlerde termal kameralarında silajlarda ve TRK'larda gerek fermantasyon gerekse aerobik stabilite döneminde kullanılmasına yönelik çalışmalarda devreye sokulmuştur. Bu konuda yapılan araştırmalarda termal kamera görüntüleme tekniğinin aerobik stabilite döneminde değerlendirme yöntemi olarak kullanılabileceği yönündedir (Addah, Baah, Okine ve McAllister, 2012; Koç, Özdüven, Demirci ve Şamlı, 2018; Ünal, Koç, Ağma Okur, Okur ve Özdüven, 2018). Araştırma verilerindeki termal kamera görüntüleri değerlendirildiğinde en yüksek sıcaklık artışları 24 °C depolanan %50 KM TRK'larda 24. saatin sonunda 25,19 °C tespit edilirken, 30 °C depolanan %55 KM TRK'larda 24. saatin sonunda 27,19 °C olarak tespit edilmiştir. 48. saatin sonunda ise en yüksek sıcaklık artışı 24 °C depolanan %50 KM TRK'larda 25,97 °C, 30 °C de ise 28,63 °C %60 KM TRK'larda tespit edilmiştir. Aerobik bozulma açısından değerlendirme yapıldığında ise %50 KM içeren yemlerde 24. saatteki termal görüntüleri de sensör verilerini destekler niteliktedir. Sıcaklık ölçümlerine ilişkin değerlendirmelerde dikkat edilmesi gereken noktalarda bulunmaktadır. Bir yemin özgül ısı kapasitesi ve ısıl iletkenliği temel olarak yemdeki nem konsantrasyonuna bağlıdır (Muck,

Moser ve Pitt, 2003; Berk, 2018). Yüksek nemli yem, aynı sıcaklık değişimi için daha düşük nem içeriğine sahip yemlere göre daha fazla enerjiye ihtiyaç duyar. Ayrıca, numune boyutu ve numune etrafındaki yalıtım, ölçülen sıcaklık artışını etkiler. Bu nedenle, sıcaklık okumaları, ölçümün gerçekleştirildiği koşullarla büyük ölçüde ilgilidir. Düşük su aktivitesi, yemlerdeki mikroorganizmaların çoğalmasını sınırlamaktadır. Aynı zamanda küçük bir numunenin yavaşça bozulmasında üretilen ısı, algılanabilir sıcaklık artışına neden olmadan ortamda kaybolabilir. Bu durumlarda yem bozulacak, ancak sıcaklık kaydında herhangi bir bozulma tespit edilmeyecektir. Seppala, Maki, Orkola ve Rinne, (2015), dane yemlerde (81,6 KM) aerobik stabilite ile ilgili bir çalışmada danelerde sıcaklık artışı 2 °C den az olmasına rağmen danelerin küflendiği tespit edilmiştir. Bu değerlendirmeler dikkate alındığında özellikle 30 °C depolanan yemlerde sıcaklık artışı ortam sıcaklığının 2 °C üzerine çıkmamasına rağmen stabil olmayabilir.

TRK'nın aerobik stabilitesi, mikrobiyal kompozisyonuna ve bunların sayılarına, sıcaklığa, su aktivitesine, besin ve oksijen mevcudiyetine ve büyüme inhibitörlerinin varlığına bağlıdır (Muck, Moser ve Pitt, 2003; Kung, 2005). Çiftlik koşullarındaki durum, çoğunlukla laboratuvarında gerçekleştirilen aerobik stabilite ölçümlerinden farklıdır. Bununla birlikte, küçük ölçekte yapılan denemelerden elde edilen sonuçlar, uygulamada karşılaşılabilecek sorunlara ilişkin verilerin elde edilmesine yardımcı olabilir. TRK'da sıcaklık artışı mikroorganizma düzeyinde karmaşık ve heterojendir. TRK'nın bileşimine giren silajlar TRK'ye karıştırılmadan birkaç gün önce oksijene maruz kalmış olabilir. Bunun da ötesinde, TRK'da bulunan diğer yem içerikleriyle birlikte başka mikroorganizmalarda da eklenir. Mikroorganizmalar, TRK içerisinde eşit olarak dağılmaz. Farklı yem içerikleri, mikrobiyal bileşimleri açısından büyük farklılıklar gösterebilir. Saha şartlarında yemlerdeki mikroorganizma yoğunluğunun analiz etmek çoğunlukla mümkün olmamaktadır. Kızılaşma, kötü koku veya görsel olarak fark edilir. Maya veya küf oluşumu, çiftlik düzeyinde tespit edilebilen tipik bozulma belirtileridir. Kullanılan TRK bileşenleri, TRK'nin hızlı bir şekilde bozulmasına neden olabilen yüksek sayıda mikroorganizmaya sahiptir. Nem içeriği düşük yem bileşenleri bile, su aktivitesi yeterince düşük olduğu sürece uykuda olan çok sayıda aerobik bozucu mikroorganizmayı barındırabilir (Rose, Bianchini, Martinez ve Flores, 2012). Araştırma sonuçları dikkate alındığında 48 saatlik aerobik stabilite sürecinde yemlerde küf tespit edilmemiştir. Küfler ökaryotik, genellikle aerobik mikroorganizmalardır (Driehuis ve Oude Elferink, 2000). Küfler zararlı mikroorganizmalardır, çünkü çoğu mikotoksin üretebilir. Küflerin TRK'ya bulaşması çoğunlukla küflü silajlardan kaynaklanmaktadır. Silajların iyi kapatılmaması ve iyi

sıkıştırılmama nedeniyle silajların yüzey katmanlarında görsel olarak tespit edilebilirler (Pahlow, Muck, Driehuis, Oude Elferink, Spoelstra, 2003). Küf gelişimi, silaj aerobik bozulmasının sonraki aşamalarında meydana gelir (Driehuis ve Oude Elferink 2000). Hayvanların mikotoksin alımının sonuçları ciddi olabilir (Koivunen ve Huuskonen 2018; Ogunade vd., 2018), bu nedenle görsel olarak küflü yemlerle beslenmekten tamamen kaçınmak genel olarak kabul edilen bir uygulamadır. Küflü noktaların veya küflü yüzey tabakasının silajdan ayrılması, önemli miktarda ek iş ve yem israfına neden olmaktadır. Ayrıştırma dikkatlice yapılmadığında ise, küflü silaj TRK'ye karışmaktadır. Bu noktada TRK'ya katılan silajların aerobik stabilite açısından değerlendirilmesi de önemli bir noktayı oluşturmaktadır.

TRK'ların maya içerikleri değerlendirildiğinde en yüksek maya sayısı %45 ve %50KM içeren yemlerde tespit edilmiştir. Mayalarda aerobik stabilite üzerinde etkili olan mikroorganizmalardır. Mayalar, normalde tomurcuklanma ile çoğalan ökaryotik mikroorganizmalardır (Pahlow, Muck, Driehuis, Oude Elferink ve Spoelstra, 2003). Hem anaerobik hem de aerobik koşullarda büyüebilirler, şekerleri etanole fermente edebilirler (Pahlow, Muck, Driehuis, Oude Elferink ve Spoelstra, 2003).  $5 \log_{10} \text{cfu g}^{-1}$ 'in üzerindeki maya sayılarının silaj ve TRK'nın aerobik stabilitesinde azalma ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Wilkinson ve Davies, 2013). TRK'nın aerobik stabilitesi ile maya sayıları arasında negatif bir korelasyon tespit etmiştir (Kung, 2005). Araştırma sonuçları değerlendirildiğinde benzer sonuçlar tespit edilmiştir.

Rinne, Franco, Kuoppala, Seppala ve Jalava, (2018), yaptığı bir araştırmada su ilavesinin TRK'nın aerobik stabilitesini azaltabileceğini göstermiştir. Su aktivitesi, mikrobiyal aktiviteyi artıran ana faktörlerden biridir. Aynı zamanda TRK'ya katılan silajlar nem içeriğine etki eder. Bu işlem sırasında aerobik mikroorganizmalar çoğalır. Silaj stabilitesinin, TRK stabilitesiyle doğrusal olarak bağlantılı olduğu varsayılmaktadır (Kung, 2005). Bu nedenle, silaj KM'sinin TRK stabilitesi üzerindeki etkisi, TRK'nin nemini artırmaktan çok daha fazladır (Holmes ve Bolsen, 2009). Bu çalışmada, aerobik stabilite süresinin 48 saatle sınırlı olması su içeriği yüksek olan TRK'larda belirgin bir farklılık yaratmamış olabilir. Genel olarak, silaj ve TRK'nın aerobik stabilitesini etkileyen tüm faktörlerin çok sayıda etkileşimi olabilir. Özellikle silaj ekosisteminin karmaşıklığından dolayı silaj fermantasyonlarının sonucunu kesin olarak tahmin etmenin mümkün olmayacağı sonucuna varmıştır (Weiss, Kroschewski ve Auerbach 2016).

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma sonucunda TRK'nın KM içeriğinin aerobik stabilite üzerinde etkili bir faktör olduğu, %45 ve %50 KM içeren TRK'larda sıcaklık artışının ve maya içeriğinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada aerobik stabilite değerlendirme yöntemi olarak sensör verileri, termal kamera, kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerden yararlanılmıştır. Saha şartlarında kimyasal ve mikrobiyolojik analiz yapma olanağı her zaman mümkün olmamaktadır. Bu açıdan bakıldığında termal kamera ve sıcaklık sensörlerinin bu amaçla kullanılabilceğini söyleyebiliriz.





## KAYNAKLAR

- Adams, R.S. (1994). Penn State Professor Emeritus of Dairy Science, for Use in Forage and Feed-Testing Schemes. Revised.
- Addah, W., Baah, J, Okine, K ve McAllister, T.A. (2012). Use of thermal imaging and the in situ technique to assess the impact of an inoculant with feruloyl esterase activity on the aerobic stability and digestibility of barley silage. *Can J Anim Sci.* 92: 381-394.
- Adesogan, A.T. ve Salawu, M.B. (2004). Effect of applying formic acid, heterolactic bacteria or homolactic and heterolactic bacteria on the fermentation of bi-crops of peas and wheat. *Journal of Science of Food and Agriculture* 84: 983-992.
- Anonim. (1986). The Analysis of Agricultural Material, Reference Book: 427, 428 p, London.
- AOAC. (1990). Association of Official Analytical Chemists, AOAC, Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th Edition, Maryland.
- Arzola-Álvarez, C., Bocanegra-Viezca, J.A., Murphy, M.R., Salinas-Chavira, J., Corral-Luna A., Romanos, A., Ruíz-Barrera, O. ve Rodríguez-Muela, C. (2010). Particle size distribution and chemical composition of total mixed rations for dairy cattle: water addition and feed sampling effects. *Journal of Dairy Science* 93, 4180–4188.
- Ashbell, G, Weinberg, Z.G., Hen, Y.ve Filya, I. (2002). The effects of temperature on the aerobic stability of wheat and corn silages. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 28, 261–263.
- Berk, Z. (2018). Physical Properties of Food Materials. In: Food Process Engineering and Technology. A volume in Food Science and Technology. Elsevier Inc. pp. 7-25. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373660-4.00001-6> (Cited 13 April 2020).
- Close, W. ve Menke, K.H. (1986). Selected topics in animal nutrition. In: A manual Prepared for the 3rd Hohenheim Course on Animal Nutrition in the Tropics and Semi-tropics (2nd ed.), Universitat, s.170-85, Hohenheim.
- Chen, J., Stokes, M.R. ve Wallace, C.R. (1994). Effects of enzyme – inoculant systems on preservation and nutritive value of hay crop and corn silage. *J. Dairy Sci.*, 77 (2): 501-512.

- Danner, H., Holzer, M., Mayrhuber, E. ve Braun, R. (2003). Acetic acid increases stability of silage under aerobic conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, 69 (1), 562-567.
- DeVries, T.J., Beauchemin, K.A., ve von Keyserlingk M.A.G. (2007). Dietary forage concentration affects the feed sorting behavior of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90:5572–5579.
- DeVries, T.J., Dohme, F. ve Beauchemin K.A. (2008). Repeated ruminal acidosis challenges in lactating dairy cows at high risk and low risk of developing acidosis: Feed sorting. *J. Dairy Sci.* 91:3958–3967.
- DeVries, T.J. ve von Keyserlingk, M.A.G. (2009). Short communication: feeding method affects the feeding behavior of growing dairy heifers. *Journal of Dairy Science* 92, 1161–1168.
- DLG-Information, 2/ (1995). Vorgaben zum Einsatz von Mischrationen bei Milchkühen. DLG-606 Frankfurt.a.M.
- Driehuis, F. ve Oude Elferink, S.J.W.H. (2000). The impact of the quality of silage on animal health and food safety: A review. *Veterinary Quarterly* 22: 212-216.
- Düzgün, D. ve Erman, M. (2009). Termal Kameraların Veteriner Hekimlikte Kullanımı. *TUBAV Bilim Dergisi*, 2(4): 468-475.
- Eastridge, M.L. (2006). Major advances in applied dairy cattle nutrition. *J. Dairy Sci.* 89:1311–132.
- Felton, C.A. ve DeVries, T.J. (2010). Effect of water addition to a total mixed ration on feed temperature, feed intake, sorting behavior, and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 93, 2651–2660.
- Fish, J.A. ve DeVries, T.J. (2012). Varying dietary dry matter concentration through water addition: effect on nutrient intake and sorting of dairy cows in late lactation. *Journal of Dairy Science* 95, 850–855.
- Greter, A.M, Leslie, K.E., Mason, G.J., McBride, B.W. ve DeVries, T.J. (2010). Effect of feed delivery method on the behavior and growth of dairy heifers. *Journal of Dairy Science* 93, 1668–1676.
- Hampel, G. (1994). Fleischrinder und Mutterkuhhaltung, Verlag, EU, Stuttgart.

- Heikkila, T., Saarisalo, E., Taimisto, A.M. ve Jaakkola, S. (2010). Effects of dry matter and additive on wilted bale silage quality and milk production. In: Schnyder, H. et al. (Eds.) Grassland in a changing world: proceedings of the 23<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation, Kiel, Germany August 29<sup>th</sup> - September 2<sup>nd</sup> 2010. Grassland Science in Europe 15: pp. 500-502.
- Heller, D. ve Potthasi, V. (1985). Erfolgreiche Milchvichfütterung. Verlag VUA.
- Hoffman, U., H., Steingas, R., Funk, R.V., Schmettow ve Drochner, W. (1998). Auswirkung einer Gesamtmischung (TMR) Kraftfutter 7-8, S.292-303.
- Holmes, B.J. ve Bolsen K.K. (2009). What's new in silage management. In: Broderick, G., Adesogan, A., Bocher, L., Bolsen, K., Contreras-Govea, F., Harrison, J. & Muck, R., (Eds.). Proceedings XVth International Silage Conference, July 27-29, 2009 Madison, Wisconsin, USA. U.S. Dairy Forage Research Center: USDA-Agricultural Research Service. pp. 61-76.
- Jaakkola S., Saarisalo, E. ve Heikkila, T. (2010). Aerobic stability and fermentation quality of round bale silage treated with inoculants or propionic acid. Schnyder, H. et al. (Eds.) Grassland in a changing world: Proceedings of the 23<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation, Kiel, Germany August 29<sup>th</sup> - September 2<sup>nd</sup> 2010. Grassland Science in Europe 15: 503-504.
- Kalkan, H. (1999). Toplam Harmanlanmış Rasyon (THR), Süt Sığırlarının Beslenmesinde Kullanımı Yüksek Lisans Semineri notları (yayınlanmamış), Bursa.
- Kellems, R.O., Jones, R., Andrus, D. ve Wallentine, M.V. (1991). Effect of moisture in total mixed rations on feed consumption and milk production and composition in Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 74, 929–932.
- Kılıç, A. (2000). Toplam Harmanlanmış Rasyon (TMR). Yayınlanmamış Ders Notları, İzmir.
- Kılıç, A. ve Polat, M. (2002). *Hayvansal Üretim* 43 (1): 1-11.
- Kızılsimşek, M., Öztürk, Ç., Küsek, M., Mokhtar, N.E.P. ve Ertem, P. (2016). Doğal Vejetasyondan İzole Edilmiş ve Belirli Özelliklerine Göre Seçilmiş Olan 10 Adet LAB İzolatının Mısır Silajının Fermantasyon Profili ve Aerobik Stabilitesi Üzerine Etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 2016, 25 (Özel sayı-2): 278-284.

- Knicky, M. (2005). Possibilities to Improve Silage Conservation. Effects of Crop, Ensiling Technology and Additives. Swedish University of Agricultural Sciences. Doctoral thesis. [http://pub.epsilon.slu.se/834/1/Thesis\\_for\\_epsilon2.pdf](http://pub.epsilon.slu.se/834/1/Thesis_for_epsilon2.pdf) ; Erişim Tarihi: 15.02.2016
- Knířková, I, Kunc, P., Koubkova, M., Flusser, J., Dolezal, O. (2002). Evaluation of naturally ventilated dairy barnmanagement by a thermographic method, *Livestock Production Science* 77, 349–353.
- Koç, F. ve Coşkuntuna, L. (2003). Silo Yemlerinde Organik Asit Belirlemede İki Farklı Metodun Karşılaştırılması. *Hayvansal Üretim*, 44 (2): 37-47.
- Koç, F., Coşkuntuna, L., Özdüven, M. L., Coşkuntuna, A. (2010). Farklı ortam sıcaklıklarında organik asit kullanımının fiğ-tahıl silajlarında fermentasyon gelişimi ve aerobik stabilite üzerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(2), 159-165.
- Koç, F., Özdüven, M.L., Demirci, A.Ş. ve şamlı, H.E. (2018). Mısır Silajlarında Saha şartlarında Aerobik Stabilite Süresince Mikrobiyal Kompozisyondaki Değışikliklerin Termal Kamera Görüntüleme Tekniğı ile Değlendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*. 21 (2): 167-174.
- Koivunen, E. ve Huuskonen, A. (2018). Sailörehun hometoksiinit ja niiden vaikutukset nau-doilla. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 19/2018. Luonnonvarakeskus, Helsinki, Finland. pp. 24. Available at: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-562-2> (Cited 24 November 2019).
- Kononoff, P.J., Heinrichs, A.J. ve Buckmaster, D.R. (2003). Modification of the Penn State forage and total mixed ration particle separator and the effects of moisture content on its measurements. *Journal of Dairy Science* 86, 1858–1863.
- Kung, JrL. (2010). In: Aerobic Stability of Silage, Proc. 2010 California Alfalfa and Forage Symposium and Crop/cereal Conference. Visalia, CA, USA.
- Kung, L. Jr. (2005). Aerobic Stability of Silages. Proc. of the Conference on Silage for Dairy Farms. Harrisburg. Available at: [https://www.academia.edu/6566050/Aerobic\\_Stability\\_of\\_Silages](https://www.academia.edu/6566050/Aerobic_Stability_of_Silages) (Cited 20 October 2019).
- Kung, L.J., Sheperd, A.C., Smagala, A.M., Endres, K.M., Bessett, C.A., Ranjit, N.K., Glancey, J.L. (1998). The effect of preservatives based on propionic acid on the fermentation and aerobic stability of corn silage and a total mixed ration. *J. Dairy Sci.* 81, 1322–1330.

- Lacey, J. (1989). Pre- and post-harvest ecology of fungi causing spoilage of foods and other stored products. *J. Appl. Bacteriol.* 67: 11-25.
- Schingoethe, D.J. A. (2017). 100-Year Review: Total mixed ration feeding of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 100, 10143–10150
- Lahr, D.A., Otterby, D.E., Johnson, D.G., Linn, J.G. ve Lundquist, R.G. (1983). Effects of moisture content of complete diets on feed intake and milk production by cows. *Journal of Dairy Science* 66, 1891–1900.
- Leonardi, C. ve Armentano, L.E. (2003). Effect of quantity, quality, and length of alfalfahay on selective consumption by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86, 557–564.
- Leonardi, C., Giannico, F. ve Armentano, L.E. (2005). Effect of water addition on selective consumption (sorting) of dry diets by dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 88, 1043–1049.
- Manickavasagan A, Jayas DS, White N.D.G., ve Paliwal J. (2010). Wheat Class Identification Using Thermal Imaging. *Food Bioprocess Technol.* 3: 450-460.
- McDonald, P., Henderson, N. ve Heron, S. (1991). *The Biochemistry of Silage*. Second ed., Chalcombe Publications, Marlow.
- Miller-Cushon, E.K. ve DeVries T.J. (2009). Effect of dietary dry matter concentration on the sorting behavior of lactating dairy cows fed a total mixed ration. *Journal of Dairy Science* 92, 3292–3298.
- Muck, R. E. ve Shinnars, K.J. (2001). Conserved forage (silage and hay): progress and priorities. In *International Grassland Congress* (Vol. 19, pp. 753-762). São Pedro: SBZ. <http://www.internationalgrasslands.org/files/igc/publications/2001/tema21-1.pdf>; Erişim Tarihi: 06.05.2015.
- Havekes, C.D., Duffield, T.F., Carpenter, A.C. ve DeVries, T.J. (2020). Effects of wheat straw chop length in high-straw dry cow diets on intake, health, and performance of dairy cows across the transition period. *J. Dairy Sci.* 103: 254–271
- Muck, R.E., Moser, L.E. ve Pitt, R.E. (2003). Postharvest factors affecting ensiling. In: Buxton, D.R., Muck, R.E. & Harrison, J.H., (Eds.) *Silage Science and Technology*. Agronomy Publication No 42, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin USA. pp. 251-304.

- Nout M.J.R., Bouwmeester, H.M., Haaksma, J., Dijk, H. (1993). Fungal growth in silages of sugarbeet press pulp and maize. *J. Agric.Sci.*, 121:323-326.
- Ogunade, M., Martinez-Tupia, C., Queiroz, O.C.M., Jiang, Y. Drouin, P., Wu, F., Vyas, D. ve Adesogan, A.T. (2018). Silage review: Mycotoxins in silage: Occurrence, effects, prevention, and mitigation. *Journal of Dairy Science* 101: 4034-4059.
- Pahlow, G., Muck, R.E., Driehuis, F., Oude Elferink, S.J.W.H. ve Spoelstra, S.F. (2003). Microbiology of ensiling. In: Buxton, D.R., Muck, R.E. & Harrison, J.H., (Eds.) *Silage Science and Technology*. Agronomy Publication No 42, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin USA. pp. 31-93.
- Pauly, T. ve Wyss, U. (2018). Methodology of ensiling trials and effects of silage additives. In: Gerlach, K. & Südekum, K.-H. (Eds.). *Proceedings of the XVIII International Silage Conference, 24-26-July 2018, Bonn, Germany*. p.196-209.
- Pitt, R. E., Muck, R.E ve Pickering, N.B. (1991). A model of aerobic fungal growth in silage. 2. Aerobic stability. *Grass and Forage Science* 46: 301-312.
- Pursiainen, P. ve Tuori, M. (2008). Effect of ensiling field bean, field pea and common vetch in different proportions with whole-crop wheat using formic acid or an inoculant on fermentation characteristics. *Grass and Forage Science* 63: 60-78.
- Rinne, M., Franco, M., Kuoppala, K., Seppala, A.ve Jalava, T. (2018). Response to total mixed ration stabilizers depends on feed quality. In: Gerlach, K. & Südekum, K.-H. (Eds.). *Proceedings of the XVIII International Silage Conference, 24-26 July 2018, Bonn, Germany*. p.538-539.
- Rose, D., Bianchini, A. Martinez, B. ve Flores, R. (2012). Methods for reducing microbial contamination of wheat flour and effects on functionality. *Cereal Foods World* 57: 104-109.
- Saarisalo, E., Jalava, T., Skytta, E., Haikara, A. ve Jaakkola, S. (2006). Effects of dry matter and additive on wilted bale silage quality and milk production. *Agricultural and Food Science* 15: 185-199.
- SAS. 2005. SAS® User's Guide: Statistics. Version 6. SAS Institute. Cary. NC. USA.

- Seale, D.R., Pahlow, G., Spoelstra, S.F., Lindgren, S., Dellaglio, F., Lowe, J.F, (1990). Methods For the Microbiological Analysis of Silage. Proceeding of the Eurobac Conference, 147, Uppsala.
- Seppälä, A., Heikkilä, T., Mäki, M., Rinne, M. (2016). Effects of additives on the fermentation and aerobic stability of grass silages and total mixed rations. *Grass Forage Sci.* 71, 458–471.
- Seppala, A., Maki, M., Orkola, S. ve Rinne, M. (2015). Aerobic stability of crimped barley ensiled with organic acids. In: Uden, P. (Ed.) Proceedings of the 6th Nordic feed science conference, Uppsala, Sweden, 4-5 June, 2015. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Animal Nutrition and Management. Report 291: 71- 76.
- Steel, RG, Torrie, J.H. (1980). Principle and Procedures of Statistic: A Biometrical Approach: New York: McGraw-Hill.
- Toruk, F., Koç, F. ve Gönülo, E. (2010). Aerobik stabilite süresince paket silajlarında renk değişimi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1), 23-30.
- Ünal, Ö., Koç, F., Okur, A.A., Okur, E. ve Özdüven, M.L. (2018). Mısır ve Buğday Silajlarının Termal Kamera Görüntüleme Tekniği Kullanılarak Aerobik Stabilitésinin Değerlendirilmesi. *Alnteri Journal of Agriculture Sciences*, 33(1): 55-63.
- Weiss, K., Kroschewski, B. ve Auerbach, H. (2016). Effects of air exposure, temperature and additives on fermentation characteristics, yeast count, aerobic stability and volatile organic compounds in corn silage. *Journal of Dairy Science* 99: 8053-8069.
- Wilkinson, J. M., Davies, D. R. (2013). The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. *Grass and Forage Science*, 68, 1–19.