



**PASTIRMA ÜRETİMİNDE  
FİZİKOKİMYASAL VE TEKSTÜREL  
DEĞİŞİMLERİN BELİRLENMESİ**

**Mine KIRKYOL**

**Yüksek Lisans Tezi  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı  
Dr. Öğretim Üyesi Ahmet AKKÖSE  
2018**

**Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**PASTIRMA ÜRETİMİNDE FİZİKOKİMYASAL VE TEKSTÜREL  
DEĞİŞİMLERİN BELİRLENMESİ**

**Mine KIRKYOL**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ERZURUM  
2018**

**Her hakkı saklıdır**



**T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**TEZ ONAY FORMU**

**PASTIRMA ÜRETİMİNDE FİZİKOKİMYASAL VE TEKSTÜREL  
DEĞİŞİMLERİN BELİRLENMESİ**

Dr. Öğretim Üyesi Ahmet AKKÖSE danışmanlığında, Mine KIRKYOL tarafından hazırlanan bu çalışma, 14/09/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği / oy çokluğu (3./0.)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Fatih ÖZ

İmza :

Üye : Doç. Dr. Ümran ÇİÇEK

İmza :

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ahmet AKKÖSE

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 20/09/2018 tarih ve 37/47 nolu kararı  
ile onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Mehmet KARAKAN**  
Enstitü Müdürü

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### PASTIRMA ÜRETİMİNDE FİZİKOKİMYASAL VE TEKSTÜREL DEĞİŞİMLERİN BELİRLENMESİ

Mine KIRKYOL

Atatürk Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ahmet AKKÖSE

Araştırmada, pastırma üretimi sırasında meydana gelen fizikokimyasal ve tekstürel değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla kontrollü şartlarda pastırma üretimi gerçekleştirilmiş ve üretim süresince hammadde, kürlleme sonrası, 1. kurutma sonrası, 2. kurutma sonrası ve son ürün aşamalarında örnekler alınmıştır. Alınan örnekler, pH, nem, su aktivitesi ( $a_w$ ), renk ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), tuz, tiyobarbitirik asit reaktif maddeler (TBARS), kalıntı nitrit, serbest yağ asidi ve termal stabilite (DSC) ile Tekstür Profil Analizi (TPA) ve Warner-Bratzler (WB) kesme kuvveti yönünden analiz edilmiştir. Üretim aşaması faktörü pH, nem içeriği,  $a_w$ , renk ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), tuz içeriği, TBARS değeri ve kalıntı nitritin yanı sıra serbest yağ asidi miktarı üzerinde çok önemli ( $p<0,01$ ) seviyede etkili olmuştur. Et proteinlerinin termal stabilitesi üzerinde ise üretim aşaması faktörünün farklı seviyelerde etkili olduğu gözlenmiştir ( $p<0,05$ ,  $p<0,01$ ). Bu faktör, sertlik, kohesivlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik üzerinde çok önemli ( $p<0,01$ ), yapışkanlık ve elastikiyet üzerinde ise önemli ( $p<0,05$ ) etkiye sahipken, esneklik üzerinde önemli bir etki göstermemiştir ( $p>0,05$ ). Diğer taraftan Warner-Bratzler kesme kuvveti üzerinde üretim aşamasının çok önemli seviyede etkili olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,01$ ). Sertlik, kohesivlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri üretim aşamaları boyunca artarken, kürlleme sonunda artan yapışkanlık değerinin daha sonraki üretim aşamalarında giderek azaldığı, elastikiyet değerinin ise kürlleme sonunda arttıktan sonra 1. kurutma sonunda azalmasına rağmen son üründe yeniden artış gösterdiği belirlenmiştir. Warner-Bratzler kesme kuvvetinin ise tüm üretim aşamaları boyunca arttığı tespit edilmiştir.

2018, 80 sayfa

**Anahtar Kelimeler:** Pastırma, pH,  $a_w$ , DSC, TPA, sertlik

## **ABSTRACT**

Master Thesis

### **DETERMINATION OF PHYSICOCHEMICAL AND TEXTURAL CHANGES IN THE PASTIRMA PRODUCTION**

Mine KIRKYOL

Atatürk University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE

In this study, it was aimed to determine the changes of physicochemical and textural properties during the production of pastırma. For this aim, pastırma production was carried out under controlled conditions and samples were taken at production stages including raw material, after curing, after 1st drying, after 2nd drying and final product. Then the samples were analyzed for pH, moisture, water activity ( $a_w$ ), color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), salt, thiobarbituric acid-reactive substances (TBARS), residual nitrite, free fatty acid and thermal stability (DSC) as well as Texture Profile Analysis (TPA) and Warner-Bratzler (WB) shear force. The production stage factor had a very significant effect ( $p<0.01$ ) on pH, moisture content,  $a_w$ , color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), salt content, TBARS value and residual nitrite as well as free fatty acid content. It was observed that the production stages were effective at different levels on the thermal stability of meat proteins. While this factor had a very significant effect on hardness, cohesiveness, gumminess and chewiness ( $p<0.01$ ) and a significant effect on adhesiveness and springiness ( $p<0.05$ ), it had no significant effect on resilience ( $p>0.05$ ). On the other hand, it was found that the production stage was significantly effective on the Warner-Bratzler shear force ( $p<0.01$ ). While hardness, cohesiveness, gumminess and chewiness values increased during the production stages, it was determined that adhesiveness value increased at the end of the curing and then gradually decreased at the later stages of production, and springiness value firstly increased at the end of the curing process, then decreased at the end of the 1st drying and increased again in the final product. It was detected that Warner-Bratzler shear force increased throughout all production stages.

**2018, 80 pages**

**Keywords:** Pastırma, pH,  $a_w$ , DSC, TPA, hardness

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve sonuçların değerlendirilmesinde bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen değerli danışman Hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ahmet AKKÖSE'ye minnettarlığımı bildirir, teşekkürlerimi sunarım.

Bugüne kadar her anımda yanımda olup beni destekleyen kıymetli annem ve babama, sevgili babaannem ve tüm aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Laboratuvar çalışmalarımda bana yardımcı olan ve yanımda olmasa bile manevi desteğini her zaman hissettiren arkadaşlarıma teşekkür ederim.

**Mine KIRKYOL**

**Eylül, 2018**

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| ÖZET.....                                                                           | i         |
| ABSTRACT.....                                                                       | ii        |
| TEŞEKKÜR.....                                                                       | iii       |
| SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....                                                | vi        |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                                                | vii       |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....                                                             | viii      |
| <b>1. GİRİŞ.....</b>                                                                | <b>1</b>  |
| <b>2. KAYNAK ÖZETLERİ .....</b>                                                     | <b>6</b>  |
| <b>3. MATERYAL ve METOT .....</b>                                                   | <b>15</b> |
| 3.1. Materyal.....                                                                  | 15        |
| 3.2. Metot .....                                                                    | 15        |
| 3.2.1. Pastırma üretimi .....                                                       | 15        |
| 3.2.2. pH ve nem tayini .....                                                       | 17        |
| 3.2.3. Su aktivitesinin ( $a_w$ ) belirlenmesi .....                                | 17        |
| 3.2.4. Renk değerlerinin belirlenmesi .....                                         | 17        |
| 3.2.5. TBARS tayini .....                                                           | 17        |
| 3.2.6. Tuz tayini.....                                                              | 18        |
| 3.2.7. Kalıntı nitrit tayini .....                                                  | 18        |
| 3.2.8. Serbest yağ asidi.....                                                       | 19        |
| 3.2.9. Differential Scanning Calorimetry (DSC) ile termal özelliklerin belirlenmesi | 19        |
| 3.2.10. Tekstür profil analizi .....                                                | 19        |
| 3.2.11. Warner-Bratzler kesme kuvveti tayini .....                                  | 20        |
| 3.2.12. İstatiksel analiz .....                                                     | 20        |
| <b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....</b>                                      | <b>21</b> |
| 4.1. Fizikokimyasal Analizler .....                                                 | 21        |
| 4.1.1. pH.....                                                                      | 21        |
| 4.1.2. Nem içeriği.....                                                             | 24        |
| 4.1.3. Su aktivitesi .....                                                          | 26        |

|                                           |           |
|-------------------------------------------|-----------|
| 4.1.4. TBARS .....                        | 28        |
| 4.1.5. Kalıntı nitrit miktarı.....        | 30        |
| 4.1.6. Tuz içeriği.....                   | 33        |
| 4.1.7. Serbest yağ asidi.....             | 36        |
| 4.1.8. Renk.....                          | 38        |
| 4.2. DSC sonuçları.....                   | 42        |
| 4.3. Tekstür Sonuçları .....              | 52        |
| 4.3.1. Tekstür profil analizi (TPA).....  | 52        |
| 4.3.1.a. Sertlik.....                     | 52        |
| 4.3.1.b. Yapışkanlık.....                 | 55        |
| 4.3.1.c. Kohesivlik.....                  | 58        |
| 4.3.1.d. Elastikiyet.....                 | 61        |
| 4.3.1.e. Sakızımsılık .....               | 63        |
| 4.3.1.f. Çiğnenebilirlik .....            | 66        |
| 4.3.1.g. Esneklik.....                    | 68        |
| 4.3.2. Warner-Bratzler kesme kuvveti..... | 71        |
| <b>5. SONUÇ .....</b>                     | <b>73</b> |
| KAYNAKLAR .....                           | 76        |
| ÖZGEÇMİŞ .....                            | 81        |

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

|                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| %                  | Yüzde             |
| $\mu\text{mol}$    | Mikromol          |
| $a_w$              | Su Aktivitesi     |
| dak                | Dakika            |
| g                  | Gram              |
| J                  | Joule             |
| kg                 | Kilogram          |
| mg                 | Miligram          |
| mJ                 | Milijoule         |
| mm                 | Milimetre         |
| N                  | Newton            |
| $^{\circ}\text{C}$ | Santrigrat Derece |
| ppm                | Milyonda kısım    |
| $\Delta H$         | Entalpi Değişimi  |

### Kısaltmalar

|       |                                      |
|-------|--------------------------------------|
| KO    | Kareler Ortalaması                   |
| NaCl  | Tuz                                  |
| SD    | Standart Sapma                       |
| TBARS | Tiyobarbütirik asit reaktif maddeler |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.1. Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen DSC termogramlarının çoklu gösterimi ..... | 46 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|



## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 4.1.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen pH değerleri .....                                                                   | 22 |
| <b>Çizelge 4.2.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....                                     | 22 |
| <b>Çizelge 4.3.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları...        | 23 |
| <b>Çizelge 4.4.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen % nem içeriği .....                                                                  | 24 |
| <b>Çizelge 4.5.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen % nem içeriğine ait varyans analiz sonuçları.....                                    | 25 |
| <b>Çizelge 4.6.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen % nem değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları...     | 25 |
| <b>Çizelge 4.7.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen $a_w$ değerleri .....                                                                | 26 |
| <b>Çizelge 4.8.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen $a_w$ değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....                                  | 27 |
| <b>Çizelge 4.9.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen $a_w$ değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları...     | 28 |
| <b>Çizelge 4.10.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen TBARS değerleri ( $\mu\text{mol MDA/kg}$ ) .....                                    | 29 |
| <b>Çizelge 4.11.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....                                | 29 |
| <b>Çizelge 4.12.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ..... | 30 |
| <b>Çizelge 4.13.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen kalıntı nitrit miktarları (ppm).....                                                | 31 |

|                                                                                                                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 4.14.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen kalıntı nitrit miktarlarına (ppm) ait varyans analizi sonuçları .....                                                                      | 32 |
| <b>Çizelge 4.15.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen kalıntı nitrit miktarlarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....                                              | 33 |
| <b>Çizelge 4.16.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen % tuz içerikleri.....                                                                                                                      | 34 |
| <b>Çizelge 4.17.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen % tuz içeriğine ait varyans analiz sonuçları .....                                                                                         | 34 |
| <b>Çizelge 4.18.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen % tuz içeriklerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....                                                       | 35 |
| <b>Çizelge 4.19.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen serbest yağ asidi miktarları (g oleik asit/100g).....                                                                                      | 36 |
| <b>Çizelge 4.20.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen serbest yağ asidi miktarlarına ait varyans analiz sonuçları.....                                                                           | 37 |
| <b>Çizelge 4.21.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen serbest yağ asidi miktarlarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....                                            | 38 |
| <b>Çizelge 4.22.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen renk değerleri.....                                                                                                                        | 39 |
| <b>Çizelge 4.23.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları .....                                                                                       | 40 |
| <b>Çizelge 4.24.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen renk değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....                                                         | 42 |
| <b>Çizelge 4.25.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinin DSC termogramlarında belirlenen endotermik değişimlerin pik, başlangıç ve bitiş sıcaklıkları ile entalpi değerleri.....                               | 43 |
| <b>Çizelge 4.26.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinin DSC termogramlarında belirlenen endotermik değişimlerin pik, başlangıç ve bitiş sıcaklıkları ile entalpi değerlerine ait varyans analiz sonuçları ... | 47 |

|                                                                                                                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 4.27.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinin DSC termogramlarında belirlenen endotermik değişimlerin pik, başlangıç ve bitiş sıcaklıkları ile entalpi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ..... | 51 |
| <b>Çizelge 4.28.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen sertlik değerleri (N) .....                                                                                                                                                 | 53 |
| <b>Çizelge 4.29.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....                                                                                                                      | 54 |
| <b>Çizelge 4.30.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen sertlik değerlerine (N) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....                                                                                   | 55 |
| <b>Çizelge 4.31.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen yapışkanlık değerleri (mJ) .....                                                                                                                                            | 56 |
| <b>Çizelge 4.32.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen yapışkanlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....                                                                                                                  | 57 |
| <b>Çizelge 4.33.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen yapışkanlık değerlerine (mJ) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....                                                                              | 58 |
| <b>Çizelge 4.34.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen kohesivlik değerleri .....                                                                                                                                                  | 59 |
| <b>Çizelge 4.35.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen kohesivlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....                                                                                                                   | 60 |
| <b>Çizelge 4.36.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen kohesivlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....                                                                                     | 60 |
| <b>Çizelge 4.37.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen elastikiyet değerleri (mm) .....                                                                                                                                            | 61 |
| <b>Çizelge 4.38.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen elastikiyet değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....                                                                                                                  | 62 |

|                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 4.39.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen elastikiyet (mm) değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....     | 63 |
| <b>Çizelge 4.40.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen sakızimsılık değerleri (N) .....                                                                   | 64 |
| <b>Çizelge 4.41.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen sakızimsılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....                                        | 65 |
| <b>Çizelge 4.42.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen sakızimsılık değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....         | 65 |
| <b>Çizelge 4.43.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen çiğnenebilirlik değerleri (mJ) .....                                                               | 66 |
| <b>Çizelge 4.44.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....                                     | 67 |
| <b>Çizelge 4.45.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen çiğnenebilirlik (mJ) değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ..... | 68 |
| <b>Çizelge 4.46.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen esneklik değerleri .....                                                                           | 69 |
| <b>Çizelge 4.47.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen esneklik değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....                                            | 70 |
| <b>Çizelge 4.48.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen esneklik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....             | 70 |
| <b>Çizelge 4.49.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen WB kesme kuvveti değerleri (N) .....                                                               | 71 |
| <b>Çizelge 4.50.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen WB kesme kuvveti değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....                                    | 72 |
| <b>Çizelge 4.51.</b> Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen WB kesme kuvveti değerlerine (N) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ..... | 72 |

## 1. GİRİŞ

Beslenme açısından önemli bir hayvansal protein kaynağı olan kırmızı et, özellikle yüksek pH ve su aktivitesinden dolayı, oldukça kolay bozulabilen bir gıdadır. Bu nedenle, tarih boyunca etin muhafazasını sağlamaya yönelik farklı yöntemler geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Günümüzde taze etin muhafazası amacıyla kullanılan en temel yöntemler soğutma ve dondurmadır. Bununla birlikte daha eski devirlerde, özellikle etin tuzlanması veya kurutulmasını içeren diğer bazı yöntemler de etin muhafazası için kullanılmış ve bu şekilde muhafaza edilen etlerden de çeşitli et ürünlerinin gelişimi söz konusu olmuştur. Bu kapsamda günümüzde yaygın olarak üretimi gerçekleştirilen ve beğenilerek tüketilen en önemli geleneksel et ürünlerinden birisi de pastırmadır. Pastırma, sığır veya manda karkaslarının belirli bölgelerinden büyük parçalar halinde çıkarılan etlerin, esasen kürlenmesi, kurutulması ve çemen ile kaplanması sonucu elde edilen ve orta nemli gıdalar sınıfında yer alan Türklere özgü geleneksel kuru-kür edilmiş bir et ürünüdür (Kaban 2009; Akköse *et al.* 2018).

Dünyada farklı bölge ve/veya ülkelerde üretimi gerçekleştirilen diğer bazı kür edilmiş geleneksel et ürünleri de söz konusudur. Ancak pastırma, kuru kür edilmiş ham, Bündnerfleisch ve loin gibi et ürünlerinden hem hammadde hem de üretim prosesi açısından oldukça farklılık göstermektedir. Pastırma üretiminde hammadde olarak sığır veya manda eti kullanılmakta, üretim prosesi ise yaklaşık olarak bir ay sürmektedir (Akköse *et al.* 2018).

Türk Gıda Kodeksi Et ve Et ürünleri Tebliğinde (Tebliğ No: 2012/74) pastırma, büyükbaş hayvan karkaslarından usulüne göre ayrılan parça etlerin, teknolojisine uygun olarak kürlenme ve yıkama işlemlerinden sonra baskılama ve kurutma işlemlerine tabi tutulup, çemenlendikten sonra yeniden kurutulması ile elde edilen ısıl işlem uygulanmamış kürlenmiş ve kurutulmuş et ürünü olarak tanımlanmaktadır. Aynı tebliğde pastırmanın çemen hariç olmak üzere nem miktarının kütlege en çok %50, pH değerinin en yüksek 6,0, tuz miktarının kuru maddede kütlege en çok %7 ve çemen miktarının ise kütlege en çok %10 olması gerektiği belirtilmektedir (Anonim 2012).

Türk Standartları Enstitüsü “Pastırma Yapım Kurallarına (TS 9268)” göre ise pastırma, sığır ve manda etlerinin pastırmalık olarak parçalanmasından ve tıraşlanmasından sonra tuzlanması, preslenmesi, olgunlaştırılması, ağartılması, çemenlenmesi ve yarı kurutulması ile elde edilen bir et ürünüdür (Anonim, 1991). Türk Standartları Enstitüsü Pastırma Standardında (TS 1071) ise pastırmada nem miktarının en fazla %50, tuz miktarının kuru maddede en çok %8,5 ve pH değerinin ise 4,5-5,8 arasında olması gerektiği belirtilmektedir (Anonim 2002).

Pastırma üretiminde ilk aşama kullanılacak hayvan veya karkas seçimidir. Üretimde genellikle 3-6 yaş aralığındaki sığır veya mandalardan elde edilen karkaslar kullanılmaktadır. Kesim sonrası dinlendirilen karkaslardan söküm işlemi ile blok halinde çıkarılan kaslara, açım adı verilen işlem uygulanarak fazla yağ ve bağ dokusu uzaklaştırılmaktadır. Bu şekilde elde edilen pastırmalık etlere önce şaklama işlemi yapılmakta, ardından şaklanmış etler kürlleme işlemine tabi tutulmaktadır. Kürlleme işlemi sonunda etlerin yüzeyinde kalan fazla tuzun giderilmesi amacıyla yıkama işlemi de uygulanabilmektedir. Kürlleme işlemi sonrasında pastırmalık etler önce 1. kurutma işlemine, ardından soğuk denkleme olarak da adlandırılan 1. baskılama işlemine tabi tutulmaktadır. İkinci kurutma ve ardından sıcak denkleme olarak da adlandırılan 2. baskılama işlemleri uygulanmaktadır. Sıcak denkleme işleminden sonra arzu edilen kurumanın gerçekleşmemesi durumunda 3. kurutma işlemine de başvurulmaktadır. Bu şekilde kurutulmuş olan etler daha önceden hazırlanmış olan çemen hamuru içerisinde bekletilmekte, yüzeydeki fazla çemen uzaklaştırıldıktan sonra çemenli son kurutma işlemi uygulanmaktadır (Tekinşen ve Doğruer 2000; Öztan 2005; Kaban 2009; Gökalp vd 2012).

Pastırma üretiminin kürlleme aşamasında, pastırmalık etler tuz (NaCl), nitrat ve/veya nitrit ile kuru kürlleme işlemine tabi tutulmaktadır. Kürlleme işlemi, ürünün renk, tekstür, tat ve aroma gibi özelliklerinin geliştirilmesinin yanı sıra, mikrobiyolojik stabilitenin sağlanması açısından da önemli bir aşamadır. Kürlleme işleminin pastırmanın fizikokimyasal, duyuşal ve tekstürel özellikleri ile mikrobiyolojik stabilitesi üzerinde

önemli etkileri olduğu pek çok araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur (Doğruer 2003; Kaban 2009; Hastaoğlu 2011; Soyer *et al.* 2011).

Et ve et ürünleri üretiminde NaCl en önemli katkı maddelerinden biridir. NaCl, su aktivitesini düşürmesinin yanı sıra, ürünün tadı ve lezzeti üzerinde etkili olmakta ve ayrıca üründe mikrobiyolojik stabilitenin sağlanmasına katkıda bulunmaktadır (Öztan 1999; Gökalp vd. 2012; Purriños *et al.* 2012). NaCl, et ürünlerinde lipolitik, proteolitik ve oksidatif değişimlerde de etkili olmaktadır (Andres *et al.* 2004; Guardia *et al.* 2006; Toldra 2006). Pastırma üretiminde tuz, et ağırlığı üzerinden %8-10 arasında kullanılmaktadır (Tekinşen ve Doğruer 2000; Kaban 2009; Gökalp vd 2012). Bununla birlikte bu oran %5'e kadar da düşürülebilmektedir (Aksu ve Kaya 2001b; 2002a; 2002b; Uğuz *et al.* 2011).

Kürlemede tuz ve kürleme ajanlarının kas içine nüfuzu, pastırma kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Kürleme karışımı etin içerisine doğru nüfuz ederken, etteki su ise dışarı doğru difüze olmakta, böylece belirli bir süre sonunda ette tuz ve nem dengesi oluşmaktadır (Graiver *et al.* 2006). Pastırma üretimde kullanılan tuzun fazla iri olması halinde, et tuzunu yeterince alamamakta ve ette histolojik zedelenmeler ile tuz yanıkları oluşabilmektedir. Tuzun çok ince olması halinde ise et renginde siyahlaşma görülmekte ve yağ oksidasyonunun artmasının yanı sıra aşırı tuzluluk da söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle pastırma üretiminde orta irilikteki tuzun kullanılması tavsiye edilmektedir (Tekinşen ve Doğruer 2000; Gökalp vd 2012).

Nitrat ve nitrit et ürünlerine çeşitli amaçlarla katılmaktadır. Bunların en başında antimikrobiyal etki gelmektedir (Gökalp vd 2012; Armenteros *et al.* 2012). Nitritin otooksidasyonu engellemesi veya geciktirmesi diğer bir önemli özelliğidir (Gökalp vd 2012; Armenteros *et al.* 2012; Parthasarathy and Bryan 2012). Nitrit kas pigmentleri ile kompleks oluşturmakta, membrandaki doymamış yağ asitlerinin stabilizasyonu sağlamakta, metal iyonları ile interaksyona girmekte ve bu mekanizmalara dayanarak antioksidan etki göstermektedir (Kaya ve Kaban 2010). Kürleme işleminde, protein, yağ ve karbonhidratların parçalanma ürünleri ile nitritin parçalanma ürünleri arasında

meydana gelen kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar ise et ürünlerinde tipik kür lezzetinin oluşumunu sağlamaktadır (Kaya ve Kaban 2010; Kaban 2013). Pastırmada ve diğer kür edilmiş et ürünlerinin tüketici tarafından kabul edilebilirliğinde renk oldukça önemli olmaktadır (Cornforth and Jayasingh 2004). Myoglobinin nitritin indirgenme ürünü olan nitrik oksit (NO) ile birleşerek oluşturduğu nitrosomyoglobin (NOMb.Fe<sup>+2</sup>) kürlenmiş et ürünlerine tipik pembemsi kırmızı rengini vermektedir (Wirth 1986; Öztan vd 1991; Gökalp vd 2010a).

Gıda teknolojisinde kurutma işlemi ile gıdadaki nem belirli oranda uzaklaştırılmakta ve azalan nem içeriğine bağlı olarak da ürünün su aktivitesi düşmektedir. Böylece gıdalarda meydana gelebilecek kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik pek çok bozulma olaylarının da önüne geçebilmek mümkün olmaktadır (Mayor and Sereno 2004; Lewicki 2006). Ayrıca son üründe arzulanan yapı ve tekstürün oluşması açısından da kurutma olayı oldukça önemlidir. Pastırma üretiminde yer alan kurutma işlemleriyle son üründe nem içeriğinin Türk Gıda Kodeksi Et ve Et ürünleri Tebliğine (Anonim 2012) uygun şekilde %50'nin altına düşürülmesi hedeflenmektedir. Böylece pastırma üretiminde uygulanan kurutma işlemleriyle hem tekstürel açıdan arzulanan yapının oluşumu sağlanmakta hem de muhafaza açısından ürün stabilitesine katkıda bulunmaktadır.

Kurutma, ısı ve kütle transferinin birlikte gerçekleştiği bir prosestir (Rosello *et al.* 1992; Hernandez *et al.* 2000). Kuru hava ile gerçekleştirilen kurutma işleminde bir yandan ortam havasından kurutulacak ürüne doğru ısı transferi gerçekleşirken, diğer yandan iletilen ısıya bağlı olarak üründen ortam havasına doğru su buharı şeklinde kütle transferi gerçekleşmektedir. Kurutma ortam havasının sıcaklığı, bağıl nemi ve akış hızı gibi özellikleri ile kurutulacak ürünün sıcaklığı, nem içeriği ve yüzey alanı kurutuma işlemi esnasında gerçekleşecek ısı ve kütle transferi üzerinde oldukça etkilidir (Gou *et al.* 2002; Simal *et al.* 2003; Toledo 2007). Pastırma üretiminde kullanılacak kas parçalarının kalınlığı ve büyüklüğüne bağlı olarak, kurutucu ortam havasının sıcaklığı, akış hızı ve bağıl nemi tayin edilmektedir (Gökalp vd 2012).

Pastırma üretiminde yer alan çemenleme işlemi ile ürüne özel bir görünüm kazandırılmasının yanı sıra, ürünün kendine has renk, koku, tat ve aroma özellikleri geliştirilmekte ve ayrıca muhafazasına da katkı sağlanmaktadır (Nizamlioğlu vd 1998; Gökalp vd 2012). Çemen hamuru esasen buy otu tohumu unu, kırmızıbiber, sarımsak ve su kullanılarak hazırlanan özel bir karışımdır. Çemen hamurunun hazırlanmasında tuz kullanılmadığından ve çemen hamurunun su içeriği nispeten yüksek olduğundan, çemenleme aşamasında kurutulmuş et ile çemen arasında tuz ve nem geçişi meydana gelmekte ve son üründe bir tuz-nem dengesi oluşmaktadır. Meydana gelen bu denge durumu özellikle tekstürel özellikler ve bileşim açısından pastırma kalitesi üzerinde etkili olabilmektedir.

Tekstür, et ürünlerinin kalitesini ve tüketici tercihini etkileyen önemli bir ürün özelliğidir (Chen and Opara 2013; Bekhit *et al.* 2014). Kuru kür edilmiş et ürünlerinin enstrümantal olarak tekstürel özelliklerinin belirlenmesinde TPA ve Warner-Bratzler (WB) kesme kuvveti yaygın olarak kullanılmaktadır (Morales *et al.* 2007; Andronikov *et al.* 2013). Pastırmanın enstrümantal teknikler ile tekstürel özelliklerinin belirlenmesine yönelik araştırma sayısı oldukça azdır (Ren *et al.* 2015; Akköse *et al.* 2018; Hastaoğlu and Vural 2018). Ancak bu çalışmalarda sadece hammadde veya son ürün dikkate alınmış ve sadece sınırlı sayıda tekstürel parametre incelenmiştir. Diğer taraftan pastırmanın üretim aşamalarında tekstürel özelliklerdeki değişimin enstrümantal olarak belirlendiği bir araştırmaya literatürde rastlanılmamıştır.

Pastırma üretiminde yer alan kürlleme, kurutma ve çemenleme aşamaları ile bu aşamalarda kullanılan işlem şartları, pastırmalık etlerde fiziksel, kimyasal ve tekstürel açıdan birçok değişikliğe sebep olarak son ürünün kalitesini belirleyici yönde etki göstermektedir. Mevcut bu araştırma, pastırma üretimi sırasında gerçekleşen bazı fizikokimyasal ve tekstürel özelliklerdeki değişimleri belirlemek amacıyla kurulmuş ve yürütülmüştür. Bu amaçla pastırma üretiminde kullanılan hammadde ile üretimin kürlleme, 1. ve 2. kurutma aşamaları ve son üründe alınan örnekler bazı fiziksel, kimyasal, termal ve tekstürel analizlere tabi tutulmuştur.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Aksu ve Kaya (2001a) Erzurum piyasasından temin ettikleri farklı firmalara ait pastırmaların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini inceledikleri çalışmada, örneklerde nem ve tuz içeriklerinin sırasıyla %38,98-51,81 ve %2,74-9,36 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Ayrıca kalıntı nitrit miktarının 0,93-11,59ppm ve pH değerinin ise 5,68-6,08 arasında değiştiğini de bildirmişlerdir. Araştırmacılar dilimlenmiş pastırmaların L\* değerlerinin 32,05-50,00, a\* değerlerinin 13,66-36,63 ve b\* değerlerinin ise 6,67-20,54 aralığında olduğunu rapor etmişlerdir.

Salamura ve kuru kürlleme yöntemleri ile üretilen pastırmalarda starter kültür kullanımının pastırmanın bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, kürlleme yönteminin tuz, nitrit ve nem içerikleri ile pH değeri üzerinde önemli etkileri olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca üretim aşamaları boyunca nem, tuz, nitrit ve protein olmayan azotlu madde miktarlarının önemli seviyede değiştiği de belirlenmiştir. Pastırma üretim aşamaları boyunca nem miktarının azaldığı, nitrit ve protein olmayan azotlu madde miktarının arttığı, tuz miktarının ise oransal olarak önce arttığı daha sonra ise düştüğü de rapor edilmiştir (Aksu ve Kaya 2002).

Doğruer vd (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı düzeylerde potasyum ve sodyum nitrat içeren kürlleme karışımlarının ürünün bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Örneklerin nem ve tuz içerikleriyle, pH ve  $a_w$  değerlerinde gruplar arasında önemli bir fark meydana gelmediği, kalıntı nitrat ve nitrit seviyelerinde ise uygulanan nitrat oranına bağlı olarak üretimin değişik aşamalarında önemli farkların ortaya çıktığı bildirilmiştir. Sonuç olarak, pastırmalara uygulanan farklı nitrat tuzu ve oranlarının pastırma üretiminin değişik aşamalarında ürünün kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerinde dikkate değer bir etkisinin olmadığı, diğer yandan pastırmalardaki nitrat ve nitrit düzeyleri dikkate alındığında %1'in üzerinde nitrat kullanımının halk sağlığı açısından riskli olabileceği kanaatine varılmıştır.

Aksu *et al.* (2005) modifiye atmosfer ambalajlama ile depolama süre ve sıcaklığının, taze veya dondurulmuş/çözündürülmüş etten üretilen dilimlenmiş pastırmanın kalıntı nitrit miktarı üzerine etkisini araştırmışlardır. Dondurulmuş/çözündürülmüş etten üretilen pastırma örneklerinin kalıntı nitrit miktarının hem depolama başlangıcı hem de sonunda taze etten üretilen pastırma örneklerine göre daha yüksek olduğu, dondurulmuş/çözündürülmüş ve taze etten üretilen pastırmalarda ortalama kalıntı nitrit miktarının, depolama başlangıcında sırasıyla 22,42ppm ve 11,60ppm, depolama sonunda ise yine sırasıyla 5,27ppm ve 2,57ppm arasında değiştiği rapor edilmiştir.

Gök *et al.* (2008) tarafından yapılan bir araştırmada farklı ambalajlama yöntemlerinin ve depolama sürelerinin dilimlenmiş veya bütün haldeki pastırmaların kimyasal, mikrobiyal ve duysal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırmada modifiye atmosferde ambalajlamanın bu özellikler açısından en iyi sonuçları verdiği, örneklerin pH ve TBARS değerlerinin depolama süresince artış gösterdiği, parlaklığın bir göstergesi olan L\* değerinin 39,30-43,92 arasında değiştiği ve a\* ve b\* değerlerinin ise depolama süresince azaldığı tespit edilmiştir.

Kaban (2009) geleneksel pastırma üretimi esnasında uçucu bileşenler ile mikrobiyolojik ve fizikokimyasal parametrelerdeki değişiklikleri belirlemiştir. Araştırmada kürlleme aşaması sonunda nispeten düşen pH değerinin birinci ve ikinci kurutma aşamaları sonunda önemli seviyede arttığı, son üründe ise 5,86 değerine kadar ulaştığı belirlenmiştir. Pastırma üretimi boyunca  $a_w$  değerinin azaldığı, TBARS ve protein olmayan azotlu madde miktarının arttığı ve pastırmada dominant mikroflorayı Gram pozitif-katalaz pozitif kokların oluşturduğu tespit edilmiştir. Ayrıca pastırma üretimi sırasında 48 farklı uçucu bileşik tespit edilmiş ve ikinci kurutma sonunda aldehitlerin maksimum seviyeye ulaştığı, son üründe ise aromatik hidrokarbonların baskın uçucu bileşikler oluşturduğu rapor edilmiştir.

Pastırma üretiminde farklı oranlarda (%3, %6 ve %9) tuz kullanımının, üretim aşamaları boyunca fizikokimyasal özellikler ile mikrobiyolojik kalite üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, pastırma üretiminin üçüncü kurutma ve çemenleme aşamaları

sonunda nem ve tuz içeriği ile pH ve su aktivitesi değerlerinde önemli değişimler olduğu belirlenmiştir. Tüm pastırma örnekleri için son üründe hammaddeye göre  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde önemli seviyede bir azalma gözlemlendiği, ancak üretimde kullanılan tuz seviyesinin  $L^*$  ve  $a^*$  değerleri üzerinde önemli seviyede bir etkisinin olmadığı ifade edilmiştir. Diğer yandan üretimde kullanılan tuz seviyesinin TBARS değerleri üzerinde önemli seviyede etkili olduğu ve yüksek oranda tuz içeren pastırmalarda kürlleme, kurutma ve baskılama aşamaları sonunda daha yüksek TBARS değerlerinin elde edildiği görülmüştür. Ayrıca, üretimde kullanılan yüksek tuz oranlarının (%6 ve %9) ve son kurutma aşamasının mikrobiyal sayıyı düşürdüğü de belirlenmiştir (Uğuz *et al.* 2011).

Akköse and Aktaş (2014) kürlleme işlemi esnasında pastırmalık etlerin  $a_w$  değeri, nem ve tuz içerikleri ile tuz difüzyon katsayılarındaki değişimleri belirlemişlerdir. %10 NaCl ve 150ppm  $KNO_3$  kullanılarak 4°C’de 48 saat süre ile gerçekleştirilen kürlleme işlemi sonunda  $a_w$  değerinin 0,942’ye düştüğü, örneklerin başlangıçtaki nem içeriğinin kürlleme zamanına bağlı olarak %74,56’dan %66,64’e kadar azaldığı ve tuz içeriğinin ise 15,65g NaCl/100 g kurumadde değerine ulaştığı ifade edilmiştir. Araştırmada tuz difüzyon katsayısının  $1,49 \times 10^{-9} m^2/s$  ile  $4,08 \times 10^{-9} m^2/s$  değerleri arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Farklı pastırma çeşitlerinin (sırt, şekerpare, bohça, kuşgözü) bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik kalite özelliklerinin belirlendiği bir araştırmada, pastırma çeşitlerine ait nem içeriklerinin %41,91-48,23, pH değerlerinin 5,86-5,95, tuz içeriklerinin %6,32-8,49 ve kalıntı nitrit miktarlarının ise 9,45-16,15mg/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir. Ayrıca, pastırmalar için belirlenen renk özelliklerinden  $L^*$  değerinin 36,02-42,64,  $a^*$  değerinin 27,45-31,53 ve  $b^*$  değerinin ise 15,28-17,53 aralığında olduğu gözlemlenmiştir (Çakıcı *et al.* 2015).

Ren *et al.* (2015) tarafından yapılan bir araştırmada farklı tür hayvan etlerinden (sığır, koyun, at ve domuz) üretilen pastırmaların bazı fizikokimyasal özellikleri ile WB kesme kuvveti değerleri belirlenmiştir. Araştırmada sığır ve domuz etinden üretilen

pastırmalarda daha yüksek protein, at ve koyun etinden üretilen pastırmalarda ise daha yüksek yağ içeriği belirlendiği bildirilmiştir. WB kesme kuvvetinin ise at ve sığır etinden üretilen pastırmalarda daha yüksek olduğu rapor edilmiştir.

Aksu *et al.* (2016) kürleme aşamasında farklı miktarlarda (0, 50, 100 ve 150 ppm) sodyum nitrit kullanımının, üretim aşamaları boyunca pastırmaların bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik kalite özellikleri üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırmacılar, pastırma üretiminde kullanılan nitrit miktarının ve üretim aşamalarının, kalıntı nitrit, TBARS, pH, tuz ve renk değerleri üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu bildirmişlerdir. Kalıntı nitrit miktarının kürleme aşaması sonunda önemli seviyede arttığı, bununla birlikte ikinci kurutma sonunda ise önemli seviyede azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca pastırma örneklerinde belirlenen tuz içeriğinin ikinci kurutma sonuna kadar önemli seviyede artmasına rağmen son üründe bir miktar azaldığı ve TBARS değerinin üretim aşamaları boyunca artış gösterdiği, nem içeriğinin ise azalarak son üründe %42,24'e düştüğü belirlenmiştir.

Akköse *et al.* (2017) tarafından yapılan bir araştırmada, pastırma üretiminde farklı miktarlarda nitrat kullanımının (150, 300, 450 ve 600ppm KNO<sub>3</sub>) uçucu bileşenler ile bazı kalite özellikleri üzerine etkileri belirlenmiştir. Araştırmada, nitrat seviyesinin pH ve TBARS değerleri ile bazı uçucu bileşenler üzerinde etkili olduğu, pastırma örneklerinde pH değerinin 5,62-5,70, *a<sub>w</sub>* değerinin 0,841-0,863, TBARS değerinin 21,26-37,52  $\mu$ mol MDA/kg, kalıntı nitrit miktarının 3,35-15,05mg/kg ve NPN-madde miktarının ise 4,32-4,65g/100g arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca, pastırma örneklerinde L\*, a\* ve b\* değerlerinin sırasıyla 31,06-34,37, 11,68-14,06 ve 2,90-4,50 aralığında olduğu rapor edilmiştir.

Manda etinden üretilen farklı pastırma çeşitlerinin (sırt, bohça, kuşgözü, şekerpare ve kürek) bazı fizikokimyasal, mikrobiyolojik, duyu ve tekstürel özelliklerinin belirlendiği bir araştırmada, pastırma çeşitleri arasında pH, a\* değeri ve NPN-madde miktarı açısından önemli farklılıkların olmadığı gözlenmiştir. Diğer yandan en düşük ortalama *a<sub>w</sub>* değerini (0.84±0.01) kuşgözü, en yüksek ortalama L\* değerini

(46.03±1.08) ise şekerpare çeşidinin verdiği rapor edilmiştir. Ayrıca tekstürel parametrelerden sertlik ve çiğnenebilirlik açısından kuşgözü çeşidinin diğer pastırma çeşitlerine göre daha yüksek değerler verdiği de bildirilmiştir (Akköse *et al.* 2018).

Hastaoğlu and Vural (2018) kürleme işleminde NaCl ve/veya KCl kullanımı ile doğal veya kontrollü şartlar olmak üzere 2 farklı üretim tekniğinin, üretim aşamaları boyunca pastırmanın fizikokimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırmada, farklı tuz kullanımının ve üretim tekniğinin  $a_w$ , pH, renk, TBA ve tuz içeriği gibi fizikokimyasal özellikler üzerinde farklı seviyelerde etkili olduğu, duyuşal özellikler açısından pastırma üretiminde NaCl yerine %15 oranında KCl kullanımının kabul edilebilir sonuçlar gösterdiği, ancak hem duyuşal özellikler hem de tekstürel parametrelerden sertlik ve çiğnenebilirlik açısından NaCl yerine yüksek oranda KCl (%30) kullanımının uygun olmadığı ve pastırma üretiminde doğal şartlar yerine kontrollü şartların tercih edilmesi gerektiği bildirilmiştir.

Tuzlanmış morina balığı üretiminde miyofibriler proteinlerdeki değişimlerin belirlendiği bir araştırmada, tuzlama işleminin aktin ve miyosin için termal stabiliteyi önemli seviyede düşürdüğü tespit edilmiştir. Araştırmada miyofibriler proteinlerden miyosinin aktine göre üretim aşamalarından daha fazla etkilendiği bildirilmiştir (Thorarinsdottir *et al.* 2002).

Aktaş *et al.* (2005) pastırma üretimi esnasında miyofibriler proteinler üzerine farklı ticari starter kültürlerin etkilerini Differential Scanning Calorimetry (DSC) kullanarak belirlemiştir. Araştırmada, pastırma üretim aşamaları boyunca miyosin ve aktinin termal stabilitelerinin önemli ölçüde azaldığı, bununla birlikte aktinin miyosine göre bu süreçten daha az etkilendiği ve miyofibriler proteinlerin *S. carnosus*+*L. pentosus* ticari starter kültürlerinin kullanıldığı pastırmalarda daha belirgin bir denatürasyona uğradığı rapor edilmiştir.

Graiver *et al.* (2006) domuz etinin tuzlanmasında kullanılan salamura konsantrasyonunun protein denatürasyonu, nem içeriği, tuz kazanımı ve protein

          ile tuz difüzyon katsayısı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Kontrol grubu örnekler için DSC termogramlarında miyosin (57,6 C), sarkoplazmik proteinler ile kolajen (66,2 C) ve aktine (80,3 C) karşılık gelen üç büyük pik gözlendiği bildirilmiştir. Araştırmada, NaCl konsantrasyonun artmasıyla termogramlarda belirlenen pik sayısının azaldığı ve piklere ait maksimum sıcaklıkların ise değiştiği tespit edilmiştir. Ayrıca NaCl konsantrasyonuna bağlı olarak tuz difüzyon katsayısı değerlerinde artış meydana geldiği ve bu durumun da tuz nüfuzunun hücresel yapıyı etkilemesiyle açıklanabileceği rapor edilmiştir.

Geleneksel bir et ürünü olan kuru kür edilmiş Jinhua ham üretimi sırasında meydana gelen biyokimyasal değişimlerin belirlendiği bir araştırmada, üretim aşamaları boyunca örneklerde yüksek oranda proteoliz ve lipoliz meydana geldiği gözlenmiştir. Serbest ya  asidi miktarının Jinhua ham üretim aşamaları boyunca önemli seviyede arttığı ve üründe 191 farklı uçucu bileşiğin tespit edildiği bildirilmiştir (Zhou and Zhao 2007).

Xu *et al.* (2008) tarafından yapılan araştırmada kuru kür edilmiş ördek eti üretimi esnasında intramuskular fosfolipitler ile serbest ya  asidi miktarlarında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Analizler neticesinde üretim esnasında toplam fosfolipit miktarının azaldığı, serbest ya  asidi miktarının arttığı, marinasyon aşamasında toplam serbest ya  asidi miktarının azaldığı ancak diğer aşamalarda önemli seviyede arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca marinasyon aşamasında meydana gelen azalmanın ördek etindeki serbest ya  asitlerinin kürleme çözeltisine difüzyonundan kaynaklanabileceği vurgulanmıştır.

Costa-Corredor *et al.* (2009) farklı sıcaklıklar ve kurutma seviyeleri kullanarak ürettikleri tuzu azaltılmış ham örneklerinde, bazı fizikokimyasal ve duysal özellikler ile enstrümantal renk ve tekstür parametrelerinde meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Üretimde kullanılan tuz miktarını azaltmanın, üründeki tuzluluğu azalttığını, diğer yandan  $a_w$  değerini, proteolizi ve yumuşaklığı artırdığını tespit etmişler ve ayrıca yüksek oranda kurutmanın daha uzun üretim süresine ve daha yüksek

proteolize neden olduğunu, nem içeriğini düşürdüğünü ve daha sert bir yapının oluşumuna neden olduğunu bildirmişlerdir.

Jin *et al.* (2010) tarafından yapılan bir araştırmada bacon üretimi esnasında intramuskular lipitlerde meydana gelen lipoliz ve lipit oksidasyonu incelenmiş ve üretim aşamaları boyunca fosfolipit miktarında önemli oranda bir azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca üretim süresi ilerledikçe serbest yağ asidi miktarının arttığı ve son üründe 16,7g/100g değerine kadar ulaştığı rapor edilmiştir.

Andronikov *et al.* (2013) Slovenya’da üretilen kuru kür edilmiş ham ürününün (Kraski prsut) bazı fizikokimyasal, tekstürel ve duyusal özellikleri üzerine, üretimde kullanılan farklı tuz seviyelerinin etkilerini belirlemişlerdir. Araştırmada ham örneklerinin pH değerinin tuzlama ve dinlendirme aşamalarında önemli seviyede azaldığı, olgunlaşma aşamasında ise artarak başlangıçtaki pH değerine yaklaştığı bildirilmiştir. Ayrıca  $a_w$  değerlerinin tüm gruplar için üretim aşamaları boyunca azaldığı ve son üründe 0,90’nın altına düştüğü gözlenmiştir. Araştırmada, düşük tuz içeriğine sahip ham örneklerinin normal tuzlu örneklerle göre daha düşük sertlik, kohesivlik, çiğnenebilirlik, yapışkanlık ve esneklik değerlerine sahip olduğu bildirilmiştir.

Kuru kür edilmiş bir et ürünü olan ve at etinden üretilen “cecina” üretimi boyunca fizikokimyasal ve tekstürel özellikler ile serbest yağ asidi ve uçucu bileşenlerdeki değişimlerin belirlendiği bir araştırmada, kürlenme süresince pH değerinin azaldığı, kurutuma-olgunlaştırma süresince ise artış gösterdiği bildirilmiştir. Cecina üretim aşamaları boyunca nem içeriği ve  $a_w$  değerinin düştüğü, TBARS değeri ile serbest yağ asidi miktarının ise artış gösterdiği tespit edilmiştir. Tekstürel parametrelerden sertlik, çiğnenebilirlik ve sakızımsılık değerlerinin özellikle kurutuma-olgunlaştırma aşamasında önemli seviyede artış gösterdiği, elastikiyet değerinin ise azaldığı gözlenmiştir. Ayrıca WB kesme kuvvetinin üretim süresi boyunca artış gösterdiği de belirlenmiştir. Araştırmacılar, tekstürel özelliklerde meydana gelen değişimleri, üretim süresi boyunca nem içeriği ve  $a_w$  değerinde meydana gelen düşüş ile ilişkilendirmişlerdir (Lorenzo 2014).

Lorenzo *et al.* (2015) tarafından yapılan bir çalışmada lacon üretiminde NaCl yerine belirli oranlarda KCl, CaCl<sub>2</sub> ve MgCl<sub>2</sub> kullanımının fizikokimyasal, tekstürel ve mikrobiyolojik özellikler üzerine etkileri araştırılmıştır. Üretim aşamaları boyunca tüm örneklerin nem içeriği ve  $a_w$  değerinin düştüğü, diğer yandan üretimde NaCl yerine KCl kullanımının nem içeriği üzerinde etkili olmadığı, fakat CaCl<sub>2</sub> ve MgCl<sub>2</sub> kullanımının nem içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Araştırmada WB kesme kuvvetinin tüm örnekler için olgunlaştırma aşaması sonunda artış gösterdiği, en yüksek değerleri ise %50NaCl+%50KCl kullanılan grubun verdiği bildirilmiştir.

Lorenzo and Carballo (2015) tarafından kuru kür edilmiş at etinin üretimi boyunca fizikokimyasal ve tekstürel özellikler ile uçucu bileşenlerdeki değişimler incelenmiştir. Araştırmada, pH değerinin ve toplam serbest yağ asidi miktarının üretim aşamaları boyunca artış gösterdiği, nem içeriği ve  $a_w$  değerlerinin ise azaldığı gözlenmiştir. Olgunlaştırma aşaması boyunca sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinin önemli seviyede artış gösterdiği belirlenmiş ve bu durumun nem içeriği ile proteinlerde meydana gelen değişimlerden kaynaklandığı ileri sürülmüştür. Renk özelliklerinden L\* değerinin üretim aşamaları boyunca azaldığı, a\* ve b\* değerlerinin ise kütleme sonrasında artış gösterdiği daha sonraki aşamalarda ise düştüğü tespit edilmiştir.

Farklı olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen Serrano ham örneklerinde lipoliz ve lipid peroksidasyonu ile tekstürel özelliklerin belirlendiği bir çalışmada, serbest yağ asidi miktarının olgunlaştırma süresi boyunca tüm örneklerde artış gösterdiği, bununla birlikte orta sıcaklıkta olgunlaştırılan ham örneklerinin serbest yağ asidi miktarının genel itibarıyla diğerlerine göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Ham üretiminde kullanılan farklı kaslar arasında tekstürel parametrelerin önemli seviyede değişkenlik gösterdiği, diğer yandan kesme kuvvetinin tüm örneklerde olgunlaştırma süresi boyunca attığı gözlenmiştir (Olmo *et al.* 2016).

Akköse (2017) taze veya dondurulmuş/çözündürülmüş sığır etinde tuz difüzyon katsayısı değerlerini belirlediği çalışmada, tuzlama işlemi boyunca proteinlerin termal özelliklerinde meydana gelen değişimleri DSC ile tespit etmiştir. Tuzlama işlemi

öncesinde et örneklerine uygulanan dondurma çözündürme işleminin tuz difüzyon katsayısı değerini artırdığı, et örnekleri için tuzlama öncesinde DSC termogramında üç büyük pik gözlendiği ve bu piklerin sırasıyla miyosin, sarkoplazmik proteinler ile kolajen ve aktin denatürasyonu ile ilişkili olduğu, tuzlama sırasında doku nem içeriğinin azalması ve tuz konsantrasyonunun artmasından dolayı termogramlarda belirlenen pik sayısının azaldığı veya piklere ait maksimum sıcaklıkların ve entalpi değerlerinin değiştiği bildirilmiştir. Ayrıca taze ete uygulanan dondurma/çözündürme işleminin de elde edilen denatürasyon pik sıcaklıkları üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.



### 3. MATERYAL ve METOT

#### 3.1. Materyal

Araştırmada kullanılan pastırmalık etler Erzurum piyasasından temin edilmiştir. Kesimden sonra 24 saat dinlendirilmiş orta yaşlı (3-4 yaş) sığır karkaslarından iki taraflı olarak çıkarılan *M. Longissimus dorsi et lumbarum* kasları ortadan ikiye bölünmüş ve böylece 3 farklı sığır karkasından çıkarılan toplamda 12 parça pastırmalık et pastırma üretiminde kullanılmıştır.

Üretimde kullanılan tuz, buy otu tohumu unu, sarımsak, acı ve tatlı toz kırmızıbiber Erzurum piyasasından, kürlleme ajanı olarak kullanılan sodyum nitrit ise ticari bir firmadan (Merck) temin edilmiştir.

#### 3.2. Metot

##### 3.2.1. Pastırma üretimi

Pastırma üretiminde aşağıda verilen üretim aşamaları ve işlem şartları uygulanmıştır. Kurutma aşamaları sıcaklığı, bağıl nemi ve hava akış hızı ayarlanabilen özel bir klima ünitesinde (Reich, Almanya) gerçekleştirilmiştir. Pastırmalık etlerin hazırlanması, kürlleme, 1.kurutma, 2.kurutma ve çemenli kurutma işlemlerinin sonunda araştırmada yer alan analizler için örnek alınmıştır.

Pastırmalık etlerin hazırlanması: Pastırma üretimde kullanılacak kasların yüzeylerindeki fazla yağ ve bağ dokusu uzaklaştırılmış ve kaslara şekil verildikten sonra et kalınlığının üçte ikisini geçmeyecek şekilde 45°'lik açı ile şaklama işlemi yapılmıştır.

Kürlleme: Pastırmalık etler şaklama işleminden sonra et ağırlığının %10'u oranında tuz ve sodyum nitrit (150mg/kg et) içeren kürlleme karışımı kullanılarak 6±1°C'de 48 saat

süre ile kürlleme işlemine tabi tutulmuştur. İlk 24 saat etlerin şaklı yüzeyleri üste getirilmiş, daha sonra ise şaklanan yüzey alta getirilerek 24 saat daha kürlleme işlemine devam edilmiştir.

Yıkama: Kürlleme işlemi tamamlandıktan sonra pastırmalık etler, yüzeyde kalan fazla tuzu gidermek için yıkama işlemine tabi tutulmuştur.

1. Kurutma: Pastırmalık etler  $15\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de ve %80 bağıl nemli ortamda 5 gün süre ile kurutma işlemine tabi tutulmuştur.

1. Baskılama (soğuk denkleme): İlk kurutma işlemi tamamlanan pastırmalık etler  $7\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 18 saat baskılama işlemine tabi tutulmuştur. Baskılama işleminde 1 kg et için 10 kg ağırlık kullanılmıştır.

2. Kurutma: Soğuk denkleme işlemi bittikten sonra etler askılara alınarak  $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de %70 bağıl nemli ortamda 3 gün süre ile 2. kurutma işlemine tabi tutulmuştur.

2. Baskılama (Sıcak denkleme) : İkinci kurutma işleminden sonra etler,  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 8 saat süre ile baskılama işlemine tabi tutulmuştur. Baskılama işleminde 1 kg et için 10 kg ağırlık kullanılmıştır.

Çemenleme: Sıcak denkleme işlemi tamamlanan pastırmalık etler, önceden hazırlanan çemen hamuru içerisinde  $7\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 24 saat süre ile bekletildikten sonra çıkarılmış ve et yüzeyinde 2-3 mm çemen hamuru kalacak şekilde çemen hamuru ile kaplanmıştır. Çemen hamurunun hazırlanmasında 450 g buy otu tohumu unu, 75 g acı toz biber, 75 g tatlı toz biber, 350 g sarımsak içi, 50 g Tip I buğday unu ve 1200 ml su kullanılmıştır.

Çemenli kurutma: Çemen hamuru ile kaplanan etler  $20\pm 1^{\circ}\text{C}$  ve %70 bağıl nemli ortamda 5 gün süre ile kurutma işlemine tabi tutulmuştur.

### 3.2.2. pH ve nem tayini

pH ve nem tayini AOAC International (AOAC 2005) tarafından verilen yöntemler esas alınarak gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.3. Su aktivitesinin ( $a_w$ ) belirlenmesi

$a_w$  değerinin belirlenmesinde su aktivitesi ölçüm cihazı (Novasina, TH-500  $a_w$  Sprint, Switzerland) kullanılmıştır. Cihaz kullanılmadan önce altı farklı tuz çözeltisi ile 25°C’de kalibre edilmiştir. Özel şekilli plastik kaplara konulan örnekler cihazın ölçüm kabineine yerleştirilmiş ve 25°C’de  $a_w$  değerleri belirlenmiştir.

### 3.2.4. Renk değerlerinin belirlenmesi

Örneklerin renk yoğunlukları, üç boyutlu renk ölçümünü esas alan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de l’Eclairage) tarafından verilen kriterlere göre belirlenmiştir. Üretim aşamaları boyunca alınan örneklerin dış ve iç kesit yüzeylerinde Minolta (CR-200, Minolta Co, Osaka, Japan) kolorimetre cihazı kullanılarak renk değerleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) tespit edilmiştir. Buna göre;  $L^*$ :  $L^*=0$ , siyah,  $L^*=100$ , beyaz;  $a^*$ :  $+a^*=kırmızı$ ,  $-a^*=yeşil$  ve  $b^*$ :  $+b^*=sarı$ ,  $-b^*=mavi$  renk yoğunluklarını göstermektedir.

### 3.2.5. TBARS tayini

TBARS tayini Lemon (1975) tarafından verilen yöntem esas alınarak gerçekleştirilmiş ve TBARS değerleri  $\mu\text{mol MDA/kg}$  örnek olarak verilmiştir. Analizin yapılışında önce 2g örnek tartılmış, ardından üzerine 12 ml TCA çözeltisi (%7,5 TCA, %0,1 EDTA ve %0,1 propil gallat (3ml etanolde çözündürülmüş)) ilave edilerek Ultra-Turrax (IKA T 25, Germany) ile 15-20s homojenize edilmiştir. Elde edilen homojenizat Watman 1 filtre kâğıdından süzölmüş ve süzöntüden deney tüplerine 3 ml alınarak üzerine 3ml

0,02 M TBA çözeltisi ilave edilmiştir. Deney tüpleri önce 40 dak kaynayan su banyosunda bekletilmiş, ardından çıkarılarak soğuk su banyosunda oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Bu işlemden sonra spektrofotometrede (Thermo Electron Comporation, Aquamate, England) 532 nm’de köre karşı absorbans okunmuştur. Elde edilen absorbans değerinden ve TEP (1,1,3,3, tetraethoxypropane) standardı kullanılarak belirlenen standart kürveden faydalanılarak TBA değeri aşağıdaki formül esas alınarak hesaplanmıştır.

$$\text{TBA Değeri } (\mu\text{molMDA/kg}) = \frac{\left( \frac{\text{Absorbans}}{\text{Standart}(0,05)} \times 2 \right) \times 6,8}{\text{Örnek Ağırlığı (g)}}$$

### 3.2.6. Tuz tayini

Tuz içeriği iyon seçici elektrot (Crison Code: 9652, Cl<sup>-</sup> I.S. Electrode) kullanılarak pH/iyon ölçer cihazda (Crison GLP 22, pH&Ion Meter, Crison Instruments, S.A., Spain) belirlenmiştir. Bu amaçla cam kavanozlar içerisine 10g örnek tartılmış, üzerine 90-95°C’deki sıcak saf su ilave edildikten sonra Ultra-Turrax (IKA T 25, Germany) ile 1-2 dakika homojenize edilmiştir. Böylece elde edilen homojenizat filtre kağıdından süzülerek oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve bu süzüntüde ölçüm alınmıştır. Sonuçlar g NaCl/100g örnek olarak verilmiştir.

### 3.2.7. Kalıntı nitrit tayini

Örneklerin kalıntı nitrit miktarının belirlenmesinde Tauchmann (1987) tarafından verilen yöntem esas alınmıştır. Kalıntı nitrit miktarı 540nm’de okunan absorbans değeri, standart kurve olarak hesaplanan sabit katsayı, seyreltme faktörü ve örnek ağırlığı esas alınarak hesaplanmış ve sonuçlar mg NaNO<sub>2</sub>/kg olarak verilmiştir.

$$\text{Kalıntı nitrit miktarı (mg NaNO}_2\text{/kg)} = \frac{\text{Absorbans} \times 20,44 \times 20}{\text{Örnek Ağırlığı (g)}}$$

### 3.2.8. Serbest yağ asidi

Serbest yağ asidi tayini Wang (2001) tarafından verilen yöntem esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Kıyma haline getirilen örneklerden 17,5g tartılmış, üzerine 0,875g susuz sodyum sülfat ve 35ml kloroform ilave edilerek 5 dakika boyunca shaker yardımıyla çalkalanmıştır. Elde edilen karışım Whatman 4 filtre kağıdından süzölmüş ve süzöntüden 25 ml alınarak fenolfitaleyn indikatörü eşliğinde 0,01N etanolde hazırlanmış KOH çözeltisi ile titre edilmiştir. Böylece serbest yağ asidi miktarı aşağıda verilen eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Serbest yağ asidi miktarı (g oleik asit/100g)} = \frac{\text{Harcanan KOH} \times N \times F \times 28,2}{\text{Örnek ağırlığı (g)}}$$

### 3.2.9. Differential Scanning Calorimetry (DSC) ile termal özelliklerin belirlenmesi

Örneklerin termal özelliklerinin belirlenmesinde Differential Scanning Calorimetry (DSC-60, Shimadzu Corp., Japan) cihazı kullanılmıştır. Cihaz öncelikle indium ( $T_m=156,6^\circ\text{C}$ ;  $\Delta H_m=28,5 \text{ J/g}$ ) kullanılarak ısı akışı ve sıcaklık için kalibre edilmiştir. Daha sonra yaklaşık 10mg örnek alüminyum numune kabına tartılmış ve üzeri hermetik bir şekilde kapatılmıştır. Ardından örnek cihaz içerisine yerleştirilmiş ve referans olarak aynı şekilde kapatılmış boş bir kap kullanılarak  $5^\circ\text{C/dak}$ 'lık ısıtma hızıyla  $20^\circ\text{C}$ 'den  $90^\circ\text{C}$ 'ye ısıtma işlemi uygulanmıştır. Böylece elde edilen termogramdan örnekteki proteinlere ait termal özellikler belirlenmiştir.

### 3.2.10. Tekstür profil analizi

Örneklerin tekstür profil analizi, tekstür analiz cihazı (CT3, Brookfield Engineering Laboratories, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Pastırma örneklerinden çıkarılan silindirik boyutlu (2cm çap x 2cm yükseklik) örnekler 50mm'lik silindirik prob (TA 25/1000, Brookfield Engineering Laboratories, USA) kullanılarak iki sıkıştırma çevrimi ile oda sıcaklığında analize tabi tutulmuştur. İşlem şartları: ön test hızı 1mm/s, test hızı

ve test sonrası hızı 2mm/s, birinci ve ikinci sıkıştırma arası 5s ve sıkıştırma oranı %50 olacak şekilde ayarlanmıştır. Böylece örnekler için elde edilen kuvvet-zaman eğrilerinden tekstürel parametreler olan hardness (sertlik), adhesiveness (yapışkanlık), cohesiveness (kohesivlik), springiness (elastikiyet), chewiness (çiğnenebilirlik), gumminess (sakızımsılık) ve resilience (esneklik) değerleri hesaplanmıştır (Bourne 1978).

### **3.2.11. Warner-Bratzler kesme kuvveti tayini**

Örneklerin WB kesme kuvveti değerleri tekstür analiz cihazı (CT3, Brookfield Engineering Laboratories, USA) kullanılarak belirlenmiştir. Pastırma örneklerinden kas liflerine paralel yönde çıkarılan silindirik boyutlu (2cm çap x 20cm yükseklik) örnekler WB kesme bıçağı probu (TA-SBA, Shear Blade, Brookfield Engineering Laboratories, USA) kullanılarak oda sıcaklığında analize tabi tutulmuştur. İşlem şartları: ön test hızı 1mm/s, test hızı 2mm/s ve test sonrası hızı 3mm/s olacak şekilde ayarlanmıştır.

### **3.2.12. İstatiksel analiz**

Araştırma şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre kurulmuş ve yürütülmüştür. Analizler üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar IBM SPSS Statistics 20 paket program kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. İstatistiki açıdan önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

##### 4.1. Fizikokimyasal Analizler

###### 4.1.1. pH

pH değeri, pastırma üretiminde hammadde seçiminde dikkate alınması gereken önemli bir parametredir. Pastırma üretiminde yüksek pH değerlerine sahip etlerin kullanılması durumunda suyun uzaklaşması zorlaşmakta ve  $a_w$  değeri yüksek seyretmektedir. Ayrıca bu tip hammaddelerin kullanılması halinde kür karışımının ete difüzyonu yavaş olmakta ve üretimin süresi uzamaktadır (Kaya ve Kaban 2010). Araştırma kapsamında üretilen pastırmaların üretim aşamaları boyunca belirlenen pH değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Hammaddede 5,52-5,59 arasında olan pH değerinin, son üründe 5,66-5,76 değerleri arasında değişim göstermiştir. Türk Gıda Kodeksi Et ve Et ürünleri Tebliğine (Tebliğ No: 2012/74) göre pastırmada pH değerinin 6,00’yi geçmemesi gerekmektedir (Anonim, 2012). Nitekim bu çalışmada belirlenen pH değerlerinin tebliğe uygunluk gösterdiği görülmektedir. Pastırma üzerinde yapılan diğer birçok çalışmada da mevcut bu araştırma sonuçlarına benzer pH değerleri tespit edilmiştir (Aksu ve Kaya, 2001a; Gök *et al.* 2008; Aksu *et al.* 2016).

**Çizelge 4.1.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen pH değerleri

| Üretim Aşaması | Blok |      |      |
|----------------|------|------|------|
|                | 1    | 2    | 3    |
| 0. Gün         | 5,56 | 5,53 | 5,57 |
|                | 5,54 | 5,52 | 5,59 |
|                | 5,54 | 5,52 | 5,52 |
| Kürleme        | 5,42 | 5,51 | 5,56 |
|                | 5,43 | 5,50 | 5,56 |
|                | 5,44 | 5,47 | 5,57 |
| 1. Kurutma     | 5,71 | 5,66 | 5,68 |
|                | 5,70 | 5,65 | 5,67 |
|                | 5,65 | 5,64 | 5,69 |
| 2. Kurutma     | 5,72 | 5,66 | 5,73 |
|                | 5,75 | 5,67 | 5,74 |
|                | 5,74 | 5,68 | 5,75 |
| Son Ürün       | 5,74 | 5,70 | 5,76 |
|                | 5,75 | 5,69 | 5,75 |
|                | 5,76 | 5,66 | 5,74 |

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Üretim aşaması ve blok, pH değeri üzerinde çok önemli seviyede etkili olmuştur ( $p<0,01$ ). Bloklar arasındaki farklılığın hammaddelerin farklı karkaslardan alınmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Çizelge 4.2.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon Kaynağı | SD | KO    | F         |
|-------------------|----|-------|-----------|
| Üretim Aşaması    | 4  | 0,100 | 344,604** |
| Blok              | 2  | 0,011 | 38,823**  |
| Hata              | 30 | 0,000 | —         |
| Genel             | 45 | —     | —         |

\*\* $p<0,01$

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere kürleme aşaması sonunda istatistiki açıdan önemli

seviyede ( $p<0,05$ ) azalan ortalama pH değeri, 1. ve 2. kurutma aşamaları sonunda önemli seviyede artış göstermiş ( $p<0,05$ ), son üründe ise bir miktar daha artarak  $5,73\pm0,04$  değerine kadar ulaşmıştır. Kaban (2009) pastırma üretiminin kürlenme aşaması sonunda pH değerinin bir miktar düştüğünü belirlemiş, fakat bu düşüşün ham materyalin pH değeri ile karşılaştırıldığında önemli seviyede olmadığını ifade etmiştir. Yine aynı çalışmada bu araştırmadakine benzer şekilde 1. ve 2. kurutma aşamaları sonunda pH değerinin önemli seviyede arttığı ve son üründe ise bir miktar daha artarak  $5,86\pm0,06$  değerine ulaştığı bildirilmiştir. Araştırmacı, pastırma üretim sürecinde karşılaşılan pH değerindeki artışın proteoliz sonucu oluşan bazik karakterdeki bileşiklerden kaynaklanabileceğini ifade etmiştir. Aksu *et al.* (2016) ise farklı seviyelerde nitrit kullanarak ürettikleri pastırmalarda kürlenme işleminden sonraki üretim aşamalarında pH değerinde artış meydana geldiğini, bu durum üzerinde nem kaybı ile proteolitik etkiye sahip mikroorganizmaların etkili olduğunu bildirmişlerdir. Pastırma üzerinde yapılmış diğer bazı araştırmalarda da pH değerinin üretim aşamaları boyunca genel itibarıyla artış gösterdiği belirlenmiştir (Doğruer vd 2003; Uğuz *et al.* 2011; Hastaoğlu and Vural 2018). Mevcut bu araştırmada belirlenen pH değerlerinin tüm üretim süreci boyunca 5,5'in üzerinde seyretmesi, pastırmada gerçek bir laktik asit fermentasyonunun olmadığına işaret etmektedir (Kaban 2009). Diğer yandan pastırmaların pH değerlerinde meydana gelen artışın ise kurutma aşamalarındaki nem kaybı ile proteoliz sonucu oluşan bazik karakterdeki bileşiklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Çizelge 4.3.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Üretim Aşaması | pH              |
|----------------|-----------------|
| 0. gün         | $5,54\pm0,02^b$ |
| Kürleme        | $5,50\pm0,06^a$ |
| 1. Kurutma     | $5,67\pm0,02^c$ |
| 2. Kurutma     | $5,72\pm0,04^d$ |
| Son Ürün       | $5,73\pm0,04^d$ |

<sup>a-d</sup>: Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ( $p<0,05$ ).

±: standart sapma

#### 4.1.2. Nem içeriği

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen nem içeriği Çizelge 4.4’de verilmiştir. Nem içeriğinin pastırma üretiminde kullanılan hammaddelerde %73,80-76,95, kütleme sonunda %67,13-68,66, 1. kurutma sonunda %55,17-56,57, 2. kurutma sonunda %50,45-53,80 ve son üründe ise %49,30-50,70 değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Et ve Et ürünleri Tebliğine (Tebliğ No: 2012/74) göre pastırmada nem miktarı kütlece en çok %50 olmalıdır (Anonim 2012).

**Çizelge 4.4.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen % nem içeriği

| Üretim Aşaması | Blok  |       |       |
|----------------|-------|-------|-------|
|                | 1     | 2     | 3     |
| 0. Gün         | 75,07 | 74,80 | 73,80 |
|                | 76,95 | 74,97 | 75,07 |
|                | 74,45 | 76,19 | 76,02 |
| Kütleme        | 68,36 | 67,40 | 68,42 |
|                | 68,20 | 67,13 | 68,66 |
|                | 68,49 | 67,23 | 68,53 |
| 1. Kurutma     | 56,57 | 55,28 | 55,92 |
|                | 56,53 | 55,17 | 55,64 |
|                | 56,30 | 55,40 | 55,59 |
| 2. Kurutma     | 53,35 | 50,45 | 53,40 |
|                | 53,80 | 50,50 | 53,62 |
|                | 53,69 | 50,50 | 53,39 |
| Son Ürün       | 49,60 | 49,65 | 50,45 |
|                | 49,90 | 49,60 | 50,30 |
|                | 50,00 | 49,30 | 50,70 |

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen % nem içeriğine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre üretim aşaması, % nem değerleri üzerinde çok önemli seviyede ( $p<0,01$ ) etkili olmuştur.

**Çizelge 4.5.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen % nem içeriğine ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon Kaynağı | SD | KO       | F          |
|-------------------|----|----------|------------|
| Üretim Aşaması    | 4  | 1060,934 | 4162,302** |
| Blok              | 2  | 6,334    | 24,851**   |
| Hata              | 30 | 0,255    | —          |
| Genel             | 45 | —        | —          |

\*\*p<0,01

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen % nem değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere % nem değerleri tüm üretim aşamaları boyunca istatistiki manada önemli seviyede ( $p<0,05$ ) azalmış ve son üründe ortalama  $49,94\pm 0,46$  değerine kadar düşmüştür. Nem içeriğinin en fazla kürlenme ve 1. kurutma aşamaları sonunda azaldığı görülmekte, bu durumun üretimde kullanılan işlem şartlarıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Aksu ve Kaya (2002) farklı kürlenme yöntemleri uygulayarak ürettikleri pastırmalarda, Hastaoğlu and Vural (2018) ise farklı kürlenme tuzları ile üretim teknikleri kullanarak ürettikleri pastırmalarda üretim aşamaları boyunca nem içeriğinin önemli seviyede azaldığını tespit etmişlerdir. Yapılan diğer bazı çalışmalarda da bu araştırmadakine benzer şekilde üretim aşamaları boyunca pastırmadaki nem içeriğinin azaldığı bildirilmiştir (Doğruer vd 2003; Uğuz *et al.* 2011; Aksu *et al.* 2016).

**Çizelge 4.6.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen % nem değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Üretim Aşaması | % Nem             |
|----------------|-------------------|
| 0. gün         | $75,26\pm 0,96^e$ |
| Kürleme        | $68,05\pm 0,61^d$ |
| 1. Kurutma     | $55,82\pm 0,53^c$ |
| 2. Kurutma     | $52,52\pm 1,54^b$ |
| Son Ürün       | $49,94\pm 0,46^a$ |

<sup>a-e</sup>: Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ( $p<0,05$ ).

±: standart sapma

#### 4.1.3. Su aktivitesi

Pastırma, orta nemli gıdalar sınıfında yer alan kürlenmiş ve kurutulmuş bir et ürünüdür. Orta nemli gıdaların  $a_w$  değerinin 0,70-0,90 arasında, nem içeriğinin ise %20-50 arasında değiştiği bildirilmektedir (Huang and Nip 2001). Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen  $a_w$  değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir. Hammaddede 0,989-0,992 arasında bulunan  $a_w$  değerinin pastırmada 0,850-0,866 değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Akköse *et al.* (2017) farklı oranlarda nitrat kullanarak üretilen pastırmalarda  $a_w$  değerinin 0,841-0,863 olarak tespit etmişlerdir. Manda etinin hammadde olarak kullanıldığı bir çalışmada ise  $a_w$  değerinin 0,840-0,920 arasında değiştiği tespit edilmiş ve farklılıklarda pastırma çeşidinin önemli etkisinin olduğu vurgulanmıştır (Akköse *et al.* 2018).

**Çizelge 4.7.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen  $a_w$  değerleri

| Üretim Aşaması | Blok  |       |       |
|----------------|-------|-------|-------|
|                | 1     | 2     | 3     |
| 0. Gün         | 0,989 | 0,989 | 0,990 |
|                | 0,992 | 0,991 | 0,989 |
|                | 0,989 | 0,989 | 0,991 |
| Kürleme        | 0,940 | 0,933 | 0,938 |
|                | 0,940 | 0,932 | 0,938 |
|                | 0,938 | 0,934 | 0,938 |
| 1. Kurutma     | 0,886 | 0,884 | 0,881 |
|                | 0,888 | 0,882 | 0,878 |
|                | 0,887 | 0,881 | 0,878 |
| 2. Kurutma     | 0,877 | 0,873 | 0,863 |
|                | 0,872 | 0,864 | 0,867 |
|                | 0,874 | 0,863 | 0,867 |
| Son Ürün       | 0,864 | 0,858 | 0,850 |
|                | 0,865 | 0,854 | 0,865 |
|                | 0,865 | 0,865 | 0,866 |

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen  $a_w$  değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir.  $a_w$  değeri üzerinde üretim aşaması faktörünün çok önemli seviyede etkili olduğu görülmektedir ( $p<0,01$ ).

**Çizelge 4.8.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen  $a_w$  değerlerine ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon Kaynağı | SD | KO      | F          |
|-------------------|----|---------|------------|
| Üretim Aşaması    | 4  | 0,027   | 2390,858** |
| Blok              | 2  | 0,000   | 9,954**    |
| Hata              | 30 | 0,00001 | —          |
| Genel             | 45 | —       | —          |

\*\*p<0,01

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen  $a_w$  değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere kürlleme ve 1. kurutma aşamalarında, 2. kurutma ve son ürüne göre ortalama  $a_w$  değerinde daha fazla bir düşüş gerçekleşmiştir. Üretim aşamalarına ait ortalama  $a_w$  değerleri istatistiki açıdan da önemli derecede farklılık göstermiştir. Bu sonuçlara göre pastırma üretiminde kürlleme ve 1. kurutma aşamaları diğer aşamalara göre ürün stabilitesi açısından daha fazla önem arz etmektedir. Kürlleme işlemi esnasında, kürlleme karışımı ete doğru nüfuz ederken etten dışarı doğru ise su çıkışı olmaktadır. Bu işlem etteki çözünen madde miktarını artırırken çözücü miktarını azaltmakta ve böylece  $a_w$  değerini düşürmektedir. Kurutma aşamalarında ise etteki su miktarının azalmasına bağlı olarak  $a_w$  değeri düşmektedir. Akköse and Aktaş (2014) tarafından yapılan bir araştırmada kürlleme işlemi sonunda pastırmalık etlerin  $a_w$  değerinin 0,942’ye kadar düştüğü rapor edilmiştir. Akköse (2017) tuzlama işlemi boyunca etteki  $a_w$  değerinin zamanla azaldığını, bu durumun dokudaki tuz kazanımı ile nem kaybının ortak bir sonucu olduğunu bildirmiştir. Kaban (2009) pastırma üretimi esnasında  $a_w$  değerinin genel itibariyle azaldığını ve son üründe 0,88’in altında bir değere ulaştığını tespit etmiştir. Uğuz *et al.* (2011) ise pastırma üretimi boyunca  $a_w$  değerinde meydana gelen düşüşün, kürlleme aşamasında daha yüksek oranda tuz kullanılması durumunda daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

**Çizelge 4.9.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen  $a_w$  değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Üretim Aşaması | $a_w$              |
|----------------|--------------------|
| 0. gün         | $0,99 \pm 0,001^e$ |
| Kürleme        | $0,94 \pm 0,003^d$ |
| 1. Kurutma     | $0,88 \pm 0,004^c$ |
| 2. Kurutma     | $0,87 \pm 0,005^b$ |
| Son Ürün       | $0,86 \pm 0,006^a$ |

<sup>a-e</sup>: Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ( $p < 0,05$ ).

$\pm$ : standart sapma

#### 4.1.4. TBARS

Et ürünlerinin üretiminde ve depolanmasında kaliteyi etkileyen önemli faktörlerden biri de lipit oksidasyonudur. Bu reaksiyonun sekonder ürünleri olan tiyobarbütirik asit reaktif maddeler (TBARS), et ve et ürünlerinde lipit oksidasyonunun iyi bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen TBARS değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.10'da verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında hammaddede  $2,91-4,93 \mu\text{mol MDA/kg}$  arasında değişen TBARS değerinin, son üründe  $24,68-32,07 \mu\text{mol MDA/kg}$  değerlerine kadar yükseldiği görülmektedir. Pastırma üzerine yapılmış diğer bazı araştırmalarda da benzer TBARS değerlerinin elde edildiği rapor edilmiştir (Kaban 2009; Aksu *et al.* 2016; Akköse *et al.* 2017; 2018).

**Çizelge 4.10.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen TBARS değerleri ( $\mu\text{mol MDA/kg}$ )

| Üretim Aşaması | Blok  |       |       |
|----------------|-------|-------|-------|
|                | 1     | 2     | 3     |
| 0. Gün         | 4,04  | 4,93  | 2,91  |
|                | 4,60  | 4,57  | 4,32  |
|                | 4,17  | 4,22  | 3,58  |
| Kürleme        | 10,59 | 7,10  | 3,83  |
|                | 8,94  | 6,33  | 6,56  |
|                | 6,18  | 5,55  | 9,29  |
| 1. Kurutma     | 11,96 | 13,87 | 9,72  |
|                | 10,99 | 16,13 | 10,32 |
|                | 10,53 | 14,00 | 10,01 |
| 2. Kurutma     | 14,73 | 21,44 | 14,62 |
|                | 13,45 | 20,30 | 15,24 |
|                | 14,20 | 18,40 | 14,61 |
| Son Ürün       | 26,40 | 27,07 | 24,68 |
|                | 27,20 | 32,07 | 25,85 |
|                | 26,80 | 25,87 | 25,26 |

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Çizelge 4.11’e bakıldığında üretim aşamasının TBARS değeri üzerinde çok önemli seviyede etkili olduğu görülmektedir ( $p<0,01$ ).

**Çizelge 4.11.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon Kaynağı | SD | KO      | F         |
|-------------------|----|---------|-----------|
| Üretim Aşaması    | 4  | 708,366 | 352,044** |
| Blok              | 2  | 29,050  | 14,437**  |
| Hata              | 30 | 2,012   | —         |
| Genel             | 45 | —       | —         |

\*\* $p<0,01$

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere başlangıç aşamasında ortalama  $4,15 \pm 0,60 \mu\text{mol MDA/kg}$  olarak tespit edilen TBARS değeri, üretim aşamaları boyunca önemli seviyede artmış ( $p < 0,05$ ) ve son üründe ortalama  $26,80 \pm 2,14 \mu\text{mol MDA/kg}$  değerine ulaşmıştır. Kaban (2009) pastırma üretiminin kürlleme ve 2. kurutma aşamaları sonunda TBARS değerinin önemli seviyede arttığını, en yüksek değerlerin ise son üründe tespit edildiğini bildirmiştir. Aksu *et al.* (2016) da pastırma üretimi süresince TBARS değerinde önemli artış belirlemişler ve ayrıca pastırma üretiminde kullanılan nitrit miktarı arttıkça TBARS değerinin azaldığını da rapor etmişlerdir. Benzer şekilde Uğuz *et al.* (2011) TBARS değerinin pastırma üretim aşamaları boyunca artış gösterdiğini ve bu artışın düşük oranda tuzlanmış olanlara göre yüksek oranda tuzlanmış olan pastırmalarda daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Mevcut bu araştırmada TBARS değerinin tüm üretim aşamaları boyunca önemli seviyede artış gösterdiği görülmektedir ( $p < 0,05$ ). Bu durum pastırma üretimi boyunca lipid oksidasyonunun artarak devam ettiğini göstermektedir.

**Çizelge 4.12.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Üretim Aşaması | TBARS ( $\mu\text{mol MDA/kg}$ ) |
|----------------|----------------------------------|
| 0. gün         | $4,15 \pm 0,60^a$                |
| Kürleme        | $7,15 \pm 2,10^b$                |
| 1. Kurutma     | $11,95 \pm 2,23^c$               |
| 2. Kurutma     | $16,33 \pm 2,93^d$               |
| Son Ürün       | $26,80 \pm 2,14^e$               |

<sup>a-e</sup>: Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ( $p < 0,05$ ).

$\pm$ : standart sapma

#### 4.1.5. Kalıntı nitrit miktarı

Pastırma gibi kür edilmiş et ürünlerinde renk ve aroma oluşumu ile acılaştırmanın geciktirilmesi ve gıda kaynaklı patojenlerin inhibisyonu amacıyla nitrat ve nitrit

kullanımı söz konusu olmaktadır (Tekinşen ve Doğruer 2000; Gökalp vd 2010). Diğer yandan nitrozamin oluşumu nedeniyle son ürünlerdeki kalıntı nitrit miktarının düşük seviyede olması istenmektedir. Et ürünlerinde kullanılan nitrat ve/veya nitrit miktarı ve bunun sonucu olarak son ürünlerdeki kalıntı nitrit miktarı, nitrozamin oluşumunda en önemli faktördür (Toldra and Reig 2007). Dolayısıyla, son ürünlerdeki kalıntı nitrit miktarının belirlenmesi ürün kalitesi ve halk sağlığı açısından büyük önem arz etmektedir. Üretim aşamaları boyunca pastırmalarda belirlenen kalıntı nitrit miktarları Çizelge 4.13’de verilmiştir. Hammaddede 0,19-0,32ppm arasında tespit edilen kalıntı nitrit miktarının, kütleme aşaması sonunda 9,54-11,03ppm, 1. kurutma sonunda 2,65-5,67ppm, 2. kurutma sonunda 0,85-4,64ppm ve son üründe ise 0,69-1,76ppm arasında değiştiği görülmektedir.

**Çizelge 4.13.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen kalıntı nitrit miktarları (ppm)

| Üretim Aşaması | Blok  |       |       |
|----------------|-------|-------|-------|
|                | 1     | 2     | 3     |
| 0. Gün         | 0,28  | 0,23  | 0,22  |
|                | 0,24  | 0,19  | 0,26  |
|                | 0,31  | 0,25  | 0,32  |
| Kütleme        | 9,54  | 10,56 | 9,97  |
|                | 9,65  | 11,03 | 10,51 |
|                | 10,05 | 10,84 | 9,97  |
| 1. Kurutma     | 2,98  | 2,93  | 5,67  |
|                | 3,47  | 2,65  | 5,22  |
|                | 3,57  | 3,37  | 5,42  |
| 2. Kurutma     | 2,44  | 1,51  | 0,85  |
|                | 4,64  | 2,00  | 0,85  |
|                | 2,53  | 1,80  | 1,02  |
| Son Ürün       | 1,63  | 1,43  | 0,98  |
|                | 1,26  | 1,76  | 0,53  |
|                | 0,69  | 1,43  | 0,94  |

Çizelge 4.14’de üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen kalıntı nitrit miktarlarına ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere üretim aşaması kalıntı nitrit miktarları üzerinde çok önemli seviyede etkili olmuştur ( $p < 0,01$ ).

**Çizelge 4.14.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen kalıntı nitrit miktarlarına (ppm) ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon Kaynağı | SD | KO      | F         |
|-------------------|----|---------|-----------|
| Üretim Aşaması    | 4  | 147,385 | 902,527** |
| Blok              | 2  | 0,022   | 0,132     |
| Hata              | 30 | 0,163   | —         |
| Genel             | 45 | —       | —         |

\*\*p<0,01

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen kalıntı nitrit miktarlarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir. Hammaddede ortalama  $0,26 \pm 0,04$  ppm olan kalıntı nitrit miktarının, kürlleme aşaması sonunda önemli seviyede ( $p < 0,05$ ) artarak  $10,23 \pm 0,52$  ppm değerine kadar yükseldiği, daha sonraki aşamalarda ise önemli seviyede azalarak ( $p < 0,05$ ) son üründe  $1,18 \pm 0,42$  ppm değerine kadar düştüğü görülmektedir. Kürlleme karışımında sodyum nitrit bulunmasının bir sonucu olarak, en yüksek ortalama kalıntı nitrit miktarı beklenildiği üzere kürlleme aşaması sonunda tespit edilmiştir. Kürlleme aşamasından sonra uygulanan yıkama ve daha sonraki aşamalarda devam eden parçalanma neticesinde ise nitrit miktarının gittikçe düştüğü düşünülmektedir. Son üründe belirlenen kalıntı nitrit miktarı ise 50 ppm olarak verilen sınır değer oldukça altındadır (Anonim 2002). Aksu *et al.* (2016) farklı miktarlarda sodyum nitrit kullanarak gerçekleştirdikleri pastırma üretiminde, hammaddede  $0,28 \pm 0,10$  ppm olan ortalama kalıntı nitrit miktarının kürlleme aşamasında kullanılan nitritten dolayı  $12,87 \pm 1,78$  ppm değerinde olduğu son üründe ise  $4,38 \pm 0,09$  ppm değerine kadar düştüğünü bildirmişlerdir. Diğer yandan Akköse *et al.* (2017) farklı miktarlarda nitrat kullanarak ürettikleri pastırmalarda kalıntı nitrit miktarını 3,35-15,05 ppm arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Aksu ve Kaya (2001a) farklı firmalara ait Erzurum piyasasındaki pastırmalarda kalıntı nitrit miktarının 0,93-11,59 ppm, Çakıcı *et al.* (2015) ise farklı pastırma çeşitleri için kalıntı nitrit miktarının 9,45-16,15 ppm arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Aksu *et al.* (2005) tarafından yapılan bir araştırmada ise dondurulmuş/çözündürülmüş ve taze etten üretilen pastırmalardaki ortalama kalıntı

nitrit miktarının depolama süresince azalarak sırasıyla 5,27ppm ve 2,57ppm değerlerine kadar düştüğü bildirilmiştir.

**Çizelge 4.15.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen kalıntı nitrit miktarlarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Üretim Aşaması | Kalıntı Nitrit (ppm)    |
|----------------|-------------------------|
| 0. gün         | 0,26±0,04 <sup>a</sup>  |
| Kürleme        | 10,23±0,52 <sup>e</sup> |
| 1. Kurutma     | 3,92±1,18 <sup>d</sup>  |
| 2. Kurutma     | 1,96±1,19 <sup>c</sup>  |
| Son Ürün       | 1,18±0,42 <sup>b</sup>  |

<sup>a-e</sup>: Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır (p<0,05).

±: standart sapma

#### 4.1.6. Tuz içeriği

Kürleme karışımının temel bileşeni olan tuz (NaCl), pastırmanın fizikokimyasal, duyuşal, tekstürel ve mikrobiyolojik kalitesi üzerinde önemli etkilere sahiptir (Tekinşen ve Doğruer 2000; Gökalp vd 2012). Pastırma üretiminin farklı aşamalarında belirlenen tuz içerikleri Çizelge 4.16’da verilmiştir. Kürleme sonunda %5,12-5,80 arasında olan tuz oranının, 1. kurutma sonunda %7,47-7,86, 2. kurutma sonunda 7,39-8,67 ve son üründe ise %6,59-7,37 arasında değiştiği belirlenmiştir.

**Çizelge 4.16.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen % tuz içerikleri

| Üretim Aşaması | Blok |      |      |
|----------------|------|------|------|
|                | 1    | 2    | 3    |
| 0. Gün         | 0,15 | 0,15 | 0,14 |
|                | 0,21 | 0,11 | 0,16 |
|                | 0,17 | 0,21 | 0,15 |
| Kürleme        | 5,32 | 5,80 | 5,34 |
|                | 5,12 | 5,77 | 5,45 |
|                | 5,38 | 5,69 | 5,34 |
| 1. Kurutma     | 7,77 | 7,86 | 7,66 |
|                | 7,47 | 7,62 | 7,73 |
|                | 7,59 | 7,82 | 7,61 |
| 2. Kurutma     | 8,05 | 8,67 | 8,51 |
|                | 7,78 | 8,41 | 7,74 |
|                | 7,39 | 8,51 | 7,56 |
| Son Ürün       | 7,30 | 7,17 | 7,17 |
|                | 7,20 | 7,15 | 6,59 |
|                | 7,20 | 7,37 | 6,85 |

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen % tuz içeriğine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiş olup, bu sonuçlara göre % tuz içeriği üzerinde üretim aşaması faktörünün çok önemli seviyede etkili olduğu görülmektedir ( $p<0,01$ ).

**Çizelge 4.17.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen % tuz içeriğine ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon Kaynağı | SD | KO     | F          |
|-------------------|----|--------|------------|
| Üretim Aşaması    | 4  | 95,056 | 2568,879** |
| Blok              | 2  | 0,403  | 10,887**   |
| Hata              | 30 | 0,037  | —          |
| Genel             | 45 | —      | —          |

\*\* $p<0,01$

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen % tuz içeriklerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir. Kürleme aşaması sonunda örneklerin tuz içeriğinde beklendiği üzere önemli seviyede bir artış meydana gelmiş ( $p<0,05$ ) ve tuz içeriği ortalama  $5,47\pm0,23$  değerine ulaşmıştır. Kurutma aşamalarında ise et örneklerindeki nem miktarının azalmasına bağlı olarak tuz içeriğinde oransal manada önemli seviyede bir artışın meydana geldiği gözlenmiştir ( $p<0,05$ ), böylece 1. kurutma sonunda  $7,68\pm0,12$ , 2. kurutma sonunda ise  $8,07\pm0,47$  değerleri tespit edilmiştir. Son üründe çemen hamuru ile et arasındaki tuz-su dengesinin oluşması sonucunda ise tuz miktarında önemli seviyede ( $p<0,05$ ) bir azalma olduğu görülmüş ve son ürünlerdeki tuz miktarı ortalama  $7,11\pm0,24$  olarak tespit edilmiştir. Aksu *et al.* (2016) tarafından pastırma üzerine yapılan bir çalışmada, mevcut bu araştırma sonuçlarına benzer şekilde kürleme aşaması sonunda ortalama  $5,57\pm0,28$  olarak tespit edilen tuz miktarının, ikinci kurutma sonunda artarak  $8,75\pm0,23$  değerine ulaştığı, son üründe ise azalarak  $6,80\pm0,15$  değerine düştüğü tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar diğer bazı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Aksu ve Kaya 2002; Doğruer vd 2003; Uğuz *et al.* 2011; Hastaoğlu and Vural 2018). Diğer yandan Çakıcı *et al.* (2015) farklı pastırma çeşitleri için tuz içeriğinin  $6,32-8,49$  değerleri arasında, Aksu ve Kaya (2011) ise Erzurum piyasasında satışa sunulan farklı firmalara ait pastırma örneklerinde tuz miktarının  $2,74-9,36$  arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu değerler oldukça geniş bir aralıkta yer almaktadır. Nitekim pastırmanın % tuz içeriği üzerinde, üretimde kullanılan şaklama, kürleme, yıkama ve kurutma ile çemenleme işlemlerine ait işlem şartlarının da oldukça etkili olduğu düşünülmektedir.

**Çizelge 4.18.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen % tuz içeriklerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Üretim Aşaması | Tuz İçeriği (%) |
|----------------|-----------------|
| 0. gün         | $0,16\pm0,03^a$ |
| Kürleme        | $5,47\pm0,23^b$ |
| 1. Kurutma     | $7,68\pm0,12^d$ |
| 2. Kurutma     | $8,07\pm0,47^e$ |
| Son Ürün       | $7,11\pm0,24^c$ |

<sup>a-e</sup>: Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ( $p<0,05$ ).

±: standart sapma

#### 4.1.7. Serbest yağ asidi

Kuru kür edilmiş et ürünlerinin kimyasal ve duyuşal özelliklerin gelişiminde kas içi yağların önemli bir rolü bulunmaktadır. Bu tip et ürünlerinin işlenmesi esnasında kas içi yağlar lipoliz ve oksidasyon sonucu degradasyona uğramakta ve lipoliz sonucu trigliseritlerin ve fosfolipitlerin hidrolizi ile serbest yağ asidi miktarında artış meydana gelebilmektedir (Jin *et al.* 2010). Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen serbest yağ asidi miktarları Çizelge 4.19’da verilmiştir. Hammaddede 0,005-0,007g oleik asit /100g arasında bulunan serbest yağ asidi miktarının son üründe 0,044-0,051g oleik asit /100g değerleri arasında değiştiği görülmektedir.

**Çizelge 4.19.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen serbest yağ asidi miktarları (g oleik asit/100g)

| Üretim Aşaması | Blok  |       |       |
|----------------|-------|-------|-------|
|                | 1     | 2     | 3     |
| 0. Gün         | 0,006 | 0,006 | 0,007 |
|                | 0,006 | 0,005 | 0,006 |
|                | 0,006 | 0,006 | 0,006 |
| Kürleme        | 0,005 | 0,004 | 0,003 |
|                | 0,003 | 0,004 | 0,004 |
|                | 0,003 | 0,006 | 0,004 |
| 1. Kurutma     | 0,032 | 0,019 | 0,023 |
|                | 0,029 | 0,023 | 0,023 |
|                | 0,021 | 0,025 | 0,023 |
| 2. Kurutma     | 0,024 | 0,026 | 0,021 |
|                | 0,020 | 0,027 | 0,021 |
|                | 0,019 | 0,026 | 0,020 |
| Son Ürün       | 0,048 | 0,048 | 0,046 |
|                | 0,048 | 0,051 | 0,046 |
|                | 0,045 | 0,044 | 0,048 |

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen serbest yağ asidi miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiştir. Örneklerin serbest

yağ asidi miktarı üzerine üretim aşamasının çok önemli seviyede etkili olduğu görülmektedir ( $p<0,01$ ).

**Çizelge 4.20.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen serbest yağ asidi miktarlarına ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon Kaynağı | SD | KO         | F         |
|-------------------|----|------------|-----------|
| Üretim Aşaması    | 4  | 0,003      | 583,754** |
| Blok              | 2  | 8,815E-006 | 1,898     |
| Hata              | 30 | 4,644E-006 | —         |
| Genel             | 45 | —          | —         |

\*\* $p<0,01$

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen serbest yağ asidi miktarlarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Serbest yağ asidi miktarının 1. kurutma sonunda ve son üründe önemli seviyede artış gösterdiği ( $p<0,05$ ), diğer yandan kürleme ve 2. kurutma aşamaları sonunda ise önemli seviyede değişmediği görülmektedir. Jin *et al.* (2010) tarafından yapılan bir araştırmada bacon üretimi esnasında serbest yağ asidi miktarının tuzlama ve olgunlaştırma aşamaları boyunca artış gösterdiği tespit edilmiştir. Benzer bir sonuç Lorenzo and Carballo (2015) tarafından kuru kür edilmiş at etinde belirlenmiş, üretim aşamaları boyunca serbest yağ asidi miktarında meydana gelen artışın dokudaki lipolitik enzim aktivitesinin bir sonucu olduğu ifade edilmiştir. Yapılan benzer birçok araştırmada da hammadde ile son ürün arasında serbest yağ asidi miktarında artış görüldüğü bildirilmiştir (Zhou and Zhao 2007; Xu *et al.* 2008; Lorenzo 2014; Olmo *et al.* 2016). Zhou and Zhao (2007) uzun süre olgunlaştırılan kürlenmiş et ürünlerinde protein ve yağların bir ölçüde enzimler tarafından hidrolize edildiğini ve böylece üründe birçok küçük peptid, serbest amino asit, serbest yağ asidi ve uçucu maddenin oluştuğunu bildirmişlerdir. Mevcut bu araştırmada 1. kurutma sonunda ve son üründe görülen serbest yağ asidi miktarındaki artışın, bu aşamalarındaki uzun süreli olgunlaşmadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira en uzun süreli kurutma işlemleri bu aşamalarda gerçekleştirilmiştir.

**Çizelge 4.21.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen serbest yağ asidi miktarlarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Üretim Aşaması | Serbest Yağ Asidi (g oleik asit/100g) |
|----------------|---------------------------------------|
| 0. gün         | 0,006±0,001 <sup>a</sup>              |
| Kürleme        | 0,004±0,001 <sup>a</sup>              |
| 1. Kurutma     | 0,024±0,004 <sup>b</sup>              |
| 2. Kurutma     | 0,023±0,003 <sup>b</sup>              |
| Son Ürün       | 0,047±0,002 <sup>c</sup>              |

<sup>a-e</sup>: Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır (p<0,05).

±: standart sapma

#### 4.1.8. Renk

Pastırma gibi kür edilmiş et ürünlerinde kür rengi, nitritin indirgenme ürünü olan nitrik oksidin myoglobin ile reaksiyonu sonucu oluşan nitrosomyoglobinden kaynaklanmaktadır (Gökalp vd 2010). Pastırma üretim aşamaları boyunca belirlenen L\*, a\*, b\* değerleri Çizelge 4.22’de verilmiştir. Dış renk, pastırmalık etlerin çemeni sıyrılmış dış yüzeyinde, iç renk ise pastırmalık etlerin kesit yüzeyinde belirlenen renk değerlerini göstermektedir. Dış renk için hammaddede 38,23-47,50 arasında bulunan L\* değerinin son üründe 28,60-35,48 arasında, hammaddede 13,42-19,75 arasında bulunan a\* değerinin son üründe 1,75-5,38 arasında ve hammaddede 3,09-7,59 arasında bulunan b\* değerinin ise son üründe 6,20-14,89 arasında değiştiği belirlenmiştir. İç renk için ise hammaddede 37,84-44,78 arasında bulunan L\* değerinin son üründe 27,88-33,05, hammaddede 15,23-24,11 arasında bulunan a\* değerinin son üründe 10,80-12,41 ve hammaddede 8,40-13,59 arasında bulunan b\* değerinin ise son üründe 6,43-9,77 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.22. Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen renk değerleri

| Üretim Aşaması | Blok | Dış Renk |       |       | İç Renk |       |       |
|----------------|------|----------|-------|-------|---------|-------|-------|
|                |      | L*       | a*    | b*    | L*      | a*    | b*    |
| 0.gün          | 1    | 47,50    | 15,40 | 6,61  | 37,99   | 18,11 | 8,40  |
|                |      | 46,22    | 14,53 | 3,09  | 41,52   | 19,63 | 9,68  |
|                |      | 41,35    | 13,42 | 3,98  | 37,84   | 17,15 | 10,85 |
|                | 2    | 40,56    | 16,26 | 7,03  | 44,78   | 22,97 | 11,79 |
|                |      | 41,14    | 17,79 | 7,20  | 41,54   | 22,03 | 11,89 |
|                |      | 38,23    | 19,75 | 7,59  | 41,51   | 20,48 | 10,74 |
|                | 3    | 43,74    | 16,91 | 6,14  | 41,45   | 20,34 | 10,96 |
|                |      | 43,60    | 18,82 | 6,11  | 40,84   | 24,11 | 13,59 |
|                |      | 39,94    | 15,28 | 6,31  | 41,37   | 15,23 | 8,73  |
| Kürleme        | 1    | 35,18    | 6,07  | 4,82  | 33,07   | 16,77 | 10,9  |
|                |      | 35,33    | 5,43  | 4,37  | 30,31   | 13,99 | 9,51  |
|                |      | 37,77    | 6,37  | 3,89  | 29,81   | 13,12 | 7,99  |
|                | 2    | 34,68    | 6,25  | 4,98  | 32,74   | 13,78 | 9,78  |
|                |      | 33,49    | 5,93  | 5,49  | 30,45   | 13,88 | 8,81  |
|                |      | 36,04    | 6,34  | 6,24  | 34,23   | 16,18 | 10,99 |
|                | 3    | 34,13    | 3,81  | 4,36  | 33,82   | 13,64 | 7,35  |
|                |      | 33,04    | 4,74  | 3,89  | 32,66   | 13,37 | 7,87  |
|                |      | 34,14    | 5,44  | 4,75  | 30,64   | 14,00 | 9,77  |
| 1. Kurutma     | 1    | 25,48    | 2,47  | 2,47  | 30,45   | 14,15 | 7,92  |
|                |      | 25,20    | 1,95  | 1,75  | 30,65   | 13,01 | 7,97  |
|                |      | 25,11    | 1,87  | 2,04  | 28,25   | 13,16 | 6,98  |
|                | 2    | 26,41    | 2,11  | 1,90  | 31,95   | 13,21 | 8,54  |
|                |      | 26,12    | 2,56  | 2,36  | 34,27   | 14,85 | 10,72 |
|                |      | 26,46    | 2,34  | 2,27  | 30,99   | 13,18 | 7,40  |
|                | 3    | 25,95    | 1,99  | 2,43  | 30,28   | 11,24 | 6,29  |
|                |      | 25,54    | 2,36  | 3,44  | 30,2    | 13,56 | 5,59  |
|                |      | 23,79    | 1,61  | 2,23  | 30,43   | 12,40 | 6,84  |
| 2. Kurutma     | 1    | 25,51    | 2,17  | 2,28  | 29,61   | 12,62 | 6,99  |
|                |      | 25,24    | 3,11  | 2,55  | 28,75   | 12,57 | 7,76  |
|                |      | 25,27    | 5,58  | 3,38  | 28,43   | 12,14 | 6,47  |
|                | 2    | 27,17    | 2,80  | 2,75  | 32,34   | 12,80 | 7,34  |
|                |      | 26,88    | 4,57  | 3,99  | 33,66   | 11,68 | 7,06  |
|                |      | 26,19    | 1,98  | 2,73  | 31,04   | 13,07 | 8,34  |
|                | 3    | 27,10    | 3,38  | 2,95  | 28,80   | 12,85 | 6,80  |
|                |      | 26,94    | 3,80  | 3,63  | 28,78   | 12,18 | 6,41  |
|                |      | 26,74    | 3,77  | 2,62  | 29,18   | 12,33 | 6,57  |
| Son Ürün       | 1    | 28,72    | 1,75  | 6,20  | 28,52   | 12,25 | 7,62  |
|                |      | 29,27    | 1,79  | 6,36  | 27,88   | 12,33 | 9,77  |
|                |      | 32,90    | 3,57  | 9,55  | 28,36   | 12,41 | 8,57  |
|                | 2    | 30,70    | 3,58  | 7,13  | 33,05   | 11,48 | 6,43  |
|                |      | 28,60    | 5,38  | 9,20  | 29,00   | 11,72 | 6,91  |
|                |      | 32,46    | 4,84  | 11,08 | 31,42   | 10,86 | 6,26  |
|                | 3    | 30,27    | 5,17  | 7,46  | 29,45   | 10,80 | 7,82  |
|                |      | 34,25    | 4,15  | 9,44  | 28,08   | 12,18 | 8,36  |
|                |      | 35,48    | 3,54  | 14,89 | 29,48   | 12,13 | 8,03  |

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23'te verilmiştir. Hem dış renk hem de iç renk için üretim aşaması faktörünün  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri üzerinde çok önemli seviyede etkili olduğu görülmektedir ( $p<0,01$ ).

**Çizelge 4.23.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları

| <b><math>L^*</math> (dış)</b> |           |           |           |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Varyasyon Kaynağı</b>      | <b>SD</b> | <b>KO</b> | <b>F</b>  |
| Üretim Aşaması                | 4         | 431,39    | 163,034** |
| Blok                          | 2         | 2,354     | 0,89      |
| Hata                          | 30        | 2,646     | –         |
| Genel                         | 45        | –         | –         |
| <b><math>a^*</math> (dış)</b> |           |           |           |
| <b>Varyasyon Kaynağı</b>      | <b>SD</b> | <b>KO</b> | <b>F</b>  |
| Üretim Aşaması                | 4         | 305,127   | 286,975** |
| Blok                          | 2         | 4,831     | 4,543*    |
| Hata                          | 30        | 1,063     | –         |
| Genel                         | 45        | –         | –         |
| <b><math>b^*</math> (dış)</b> |           |           |           |
| <b>Varyasyon Kaynağı</b>      | <b>SD</b> | <b>KO</b> | <b>F</b>  |
| Üretim Aşaması                | 4         | 63,404    | 29,24**   |
| Blok                          | 2         | 8,877     | 4,094*    |
| Hata                          | 30        | 2,168     | –         |
| Genel                         | 45        | –         | –         |
| <b><math>L^*</math> (iç)</b>  |           |           |           |
| <b>Varyasyon Kaynağı</b>      | <b>SD</b> | <b>KO</b> | <b>F</b>  |
| Üretim Aşaması                | 4         | 202,465   | 104,903** |
| Blok                          | 2         | 29,757    | 15,418*   |
| Hata                          | 30        | 1,93      | –         |
| Genel                         | 45        | –         | –         |
| <b><math>a^*</math> (iç)</b>  |           |           |           |
| <b>Varyasyon Kaynağı</b>      | <b>SD</b> | <b>KO</b> | <b>F</b>  |
| Üretim Aşaması                | 4         | 97,595    | 44,658**  |
| Blok                          | 2         | 2,506     | 1,147     |
| Hata                          | 30        | 2,185     | –         |
| Genel                         | 45        | –         | –         |
| <b><math>b^*</math> (iç)</b>  |           |           |           |
| <b>Varyasyon Kaynağı</b>      | <b>SD</b> | <b>KO</b> | <b>F</b>  |
| Üretim Aşaması                | 4         | 20,083    | 16,222**  |
| Blok                          | 2         | 2,411     | 1,948     |
| Hata                          | 30        | 1,238     | –         |
| Genel                         | 45        | –         | –         |

\*\* $p<0,01$ ; \* $p<0,05$

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen renk değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.24’de verilmiştir. Dış renk için parlaklığın ölçüsü olan  $L^*$  ve kırmızı renk yoğunluğunu ifade eden  $a^*$  değerinin 1. kurutma sonuna kadar önemli seviyede azaldığı, ardından  $L^*$  değerinin son üründe,  $a^*$  değerinin ise 2. kurutma sonunda önemli seviyede arttığı görülmektedir. Diğer yandan sarı renk yoğunluğu hakkında bilgi veren  $b^*$  değerinin ise 1. kurutma sonunda önemli seviyede azaldıktan sonra son üründe önemli seviyede arttığı görülmektedir. Son üründe  $L^*$  ve  $b^*$  değerinde meydana gelen artışın çemenleme işleminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bununla birlikte pastırma üretiminde dış rengin gelişiminde kürlleme ve kurutma işlemlerinin oldukça etkili olduğunu söyleyebilmek de mümkündür. İç renk için ise  $L^*$  ve  $a^*$  değerinin 2. kurutma,  $b^*$  değerinin ise 1. kurutma sonuna kadar önemli seviyede azaldığı, daha sonra ise değişmediği görülmektedir. Bu durum ise iç renk özelliklerinin kürlleme ve kurutma aşamalarında şekillendiğini, bununla birlikte kurutma aşamalarından sonra stabil bir yapı kazandığını göstermektedir. Uğuz *et al.* (2011) tarafından yapılan bir araştırmada pastırma dilimlerinde belirlenen  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin üretim aşamaları boyunca genel itibariyle azaldığı tespit edilmiştir. Hazar (2014) farklı kürlleme sıcaklıkları ve ajanları kullanarak üretilen pastırmaların kesit yüzeylerine ait  $L^*$  değerini 23,40-32,65,  $a^*$  değerini 9,87-15,73 ve  $b^*$  değerini ise 4,45-8,95 arasında belirlemiştir. Aynı araştırmada dilimlenmiş pastırmalarda kesit yüzeyine göre daha yüksek  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin ölçüldüğü de bildirilmiştir. Pastırma üzerine yapılan diğer bazı çalışmalarda (Aksu ve Kaya 2002; Akköse *et al.* 2017, 2018) mevcut bu araştırmadakine benzer sonuçlar elde edilmiş olmasına rağmen, son üründe daha yüksek renk değerlerinin belirlendiği çalışmalar da söz konusudur (Aksu ve Kaya 2001a; Gök *et al.* 2008; Çakıcı *et al.* 2015; Aksu *et al.* 2016). Bununla birlikte bu çalışmalarda renk ölçümleri dilimlenmiş pastırma örneklerinde gerçekleştirilmiştir.

**Çizelge 4.24.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen renk değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Üretim Aşaması | Dış Renk                |                         |                        | İç Renk                  |                          |                         |
|----------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                | L*                      | a*                      | b*                     | L*                       | a*                       | b*                      |
| 0. gün         | 42,47±3,03 <sup>d</sup> | 16,46±2,06 <sup>d</sup> | 5,78±2,04 <sup>b</sup> | 40,98±2,08 <sup>c</sup>  | 20,01±2,84 <sup>c</sup>  | 10,74±1,63 <sup>c</sup> |
| Kürleme        | 34,87±1,43 <sup>c</sup> | 5,60±0,86 <sup>c</sup>  | 4,75±0,76 <sup>b</sup> | 31,97±1,67 <sup>b</sup>  | 14,30±1,27 <sup>b</sup>  | 9,22±1,31 <sup>b</sup>  |
| 1. Kurutma     | 25,56±0,83 <sup>a</sup> | 2,14±0,32 <sup>a</sup>  | 2,32±0,48 <sup>a</sup> | 30,83±1,61 <sup>ab</sup> | 13,20±1,02 <sup>ab</sup> | 7,58±1,48 <sup>a</sup>  |
| 2. Kurutma     | 26,34±0,80 <sup>a</sup> | 3,46±1,14 <sup>b</sup>  | 2,99±0,56 <sup>a</sup> | 30,07±1,86 <sup>a</sup>  | 12,47±0,43 <sup>a</sup>  | 7,08±0,64 <sup>a</sup>  |
| Son Ürün       | 31,41±2,49 <sup>b</sup> | 3,75±1,32 <sup>b</sup>  | 9,03±2,74 <sup>c</sup> | 29,47±1,71 <sup>a</sup>  | 11,80±0,62 <sup>a</sup>  | 7,75±1,11 <sup>a</sup>  |

<sup>a-e</sup>: Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır (p<0,05).

±: standart sapma

#### 4.2. DSC sonuçları

Protein stabilizasyonunu belirlemede en etkili yöntemlerden biri olan DSC, et proteinlerinin termal denatürasyonunu veya belirli işleme koşulları altında et proteinlerinde meydana gelen denatürasyonun boyutunu tespit etmek amacıyla kullanılabilmektedir (Thorarinsdottir *et al.* 2002; Aktaş *et al.* 2005; Graiver *et al.* 2006). Bu kapsamda taze sığır eti için DSC termogramında üç farklı endotermik pik bölgesi görüldüğü ve bunların sırasıyla miyosin (54-58°C), sarkoplazmik proteinler ile kolajen (65-67°C) ve aktin (71-83°C) denatürasyonu ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Thorarinsdottir *et al.* 2002; Aktaş *et al.* 2005; Graiver *et al.* 2006; Pighin *et al.* 2008). Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinin DSC termogramlarında belirlenen endotermik değişimlerin pik, başlangıç ve bitiş sıcaklıkları ile entalpi değerleri Çizelge 4.25’de verilmiştir. Hammaddede üç farklı endotermik pik bölgesi belirlenmiş olup (Şekil 4.1), Çizelge 4.25’ten görüldüğü üzere bu piklerde miyosin için 54,26-56,00°C, sarkoplazmik proteinler ile kolajen için 61,80-63,74°C ve aktin için ise 76,48-77,56°C arasında değişen pik sıcaklıkları tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar taze veya dondurulmuş/çözündürülmüş sığır eti için Akköse (2017) tarafından da rapor edilmiştir. Bununla birlikte kürleme aşamasından sonra sarkoplazmik proteinler ile kolajen için, 1. kurutma aşamasından sonra ise miyosin için termogramlarda herhangi bir pik

gözlenememiştir (Şekil 4.1). Bu sonucun üretim aşamaları boyunca bu proteinlerde meydana gelen degradasyon ve/veya denatürasyon sonucu ortaya çıktığı düşünülmektedir. Aktin için ise tüm üretim aşamaları sonunda bir termal denatürasyon piki elde edilebilmiştir (Şekil 4.1). Son üründe aktin için pik sıcaklıklarının 68,94-70,53 değerleri arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.25).

**Çizelge 4.25.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinin DSC termogramlarında belirlenen endotermik değişimlerin pik, başlangıç ve bitiş sıcaklıkları ile entalpi değerleri

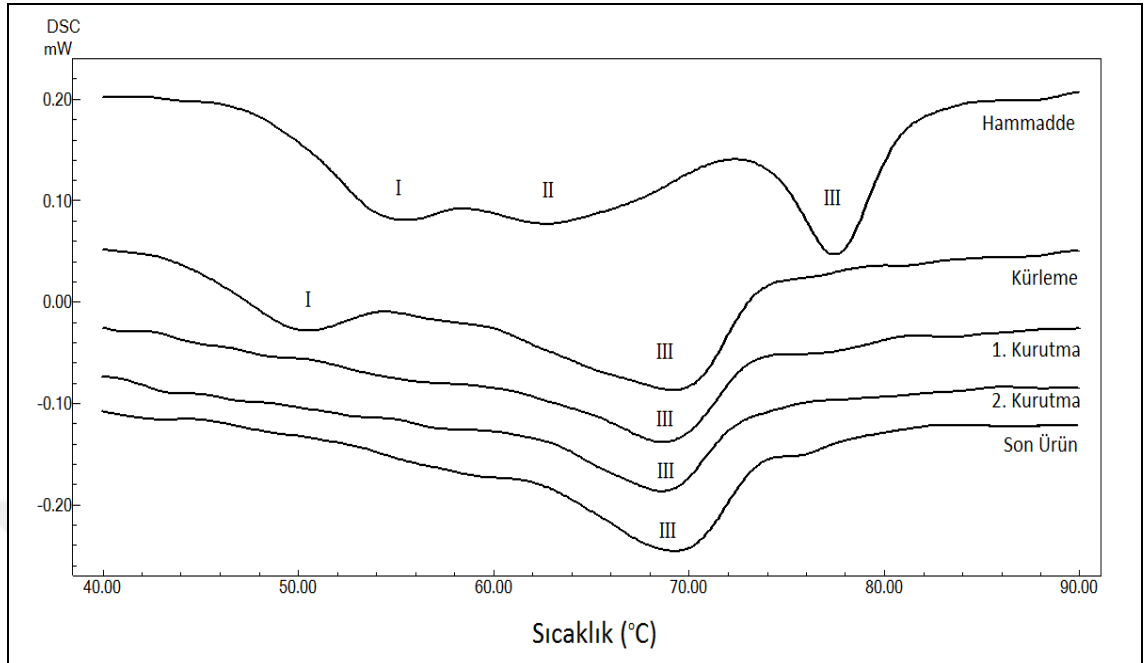
| Üretim Aşaması | Blok | Pik | Sıcaklık (°C) |           |       | Entalpi Değişimi (ΔH, J/g) |
|----------------|------|-----|---------------|-----------|-------|----------------------------|
|                |      |     | Pik           | Başlangıç | Bitiş |                            |
| 0. GÜN         | 1    | 1   | 54,95         | 49,02     | 56,47 | 0,16                       |
|                |      |     | 55,16         | 49,88     | 56,95 | 0,20                       |
|                |      |     | 55,05         | 49,45     | 56,71 | 0,18                       |
|                |      | 2   | 61,92         | 59,03     | 62,55 | 0,23                       |
|                |      |     | 61,80         | 59,42     | 70,20 | 0,25                       |
|                |      |     | 61,86         | 59,22     | 66,37 | 0,24                       |
|                |      | 3   | 77,01         | 74,22     | 79,41 | 0,44                       |
|                |      |     | 77,32         | 74,84     | 79,96 | 0,51                       |
|                |      |     | 77,16         | 74,53     | 79,68 | 0,47                       |
|                | 2    | 1   | 54,75         | 49,60     | 57,47 | 0,25                       |
|                |      |     | 54,77         | 49,47     | 57,41 | 0,35                       |
|                |      |     | 54,76         | 49,53     | 57,44 | 0,30                       |
|                |      | 2   | 63,74         | 60,70     | 70,57 | 0,21                       |
|                |      |     | 62,84         | 60,32     | 65,66 | 0,12                       |
|                |      |     | 63,29         | 60,51     | 68,11 | 0,16                       |
|                |      | 3   | 76,48         | 73,34     | 79,21 | 0,48                       |
|                |      |     | 76,76         | 74,25     | 79,21 | 0,54                       |
|                |      |     | 76,62         | 73,79     | 79,21 | 0,51                       |
|                | 3    | 1   | 54,26         | 50,09     | 56,75 | 0,27                       |
|                |      |     | 56,00         | 51,02     | 57,42 | 0,23                       |
|                |      |     | 55,13         | 50,55     | 57,08 | 0,25                       |
|                |      | 2   | 62,15         | 58,41     | 69,68 | 0,30                       |
|                |      |     | 62,89         | 59,35     | 70,71 | 0,28                       |
|                |      | 3   | 62,52         | 58,88     | 70,19 | 0,29                       |
|                |      |     | 76,89         | 73,92     | 79,70 | 0,53                       |
|                |      |     | 77,56         | 74,58     | 80,41 | 0,52                       |
|                |      |     | 77,22         | 74,25     | 80,05 | 0,52                       |

Çizelge 4.25. (devam)

|                   |   |   |       |       |       |      |
|-------------------|---|---|-------|-------|-------|------|
| <b>Kürleme</b>    | 1 | 1 | 50,29 | 44,40 | 51,53 | 0,10 |
|                   |   |   | 49,13 | 45,18 | 50,52 | 0,09 |
|                   |   |   | 50,69 | 46,42 | 53,49 | 0,24 |
|                   |   | 2 | —     | —     | —     | —    |
|                   |   | 3 | 67,59 | 61,60 | 72,25 | 0,72 |
|                   |   |   | 68,85 | 65,88 | 72,30 | 0,66 |
|                   |   |   | 70,50 | 61,85 | 73,18 | 0,78 |
|                   |   | 2 | 50,07 | 43,29 | 52,25 | 0,16 |
|                   |   |   | 49,25 | 42,47 | 51,43 | 0,11 |
|                   |   |   | 50,64 | 42,72 | 51,68 | 0,21 |
|                   |   | 2 | —     | —     | —     | —    |
|                   |   |   | 66,59 | 61,84 | 71,47 | 0,59 |
|                   |   |   | 67,77 | 62,36 | 71,69 | 0,59 |
|                   |   | 3 | 68,56 | 61,84 | 71,64 | 0,65 |
|                   |   |   | 51,12 | 46,69 | 53,39 | 0,21 |
|                   |   |   | 50,57 | 44,18 | 54,18 | 0,28 |
|                   |   |   | 50,03 | 43,33 | 52,12 | 0,14 |
|                   | 3 | 1 | —     | —     | —     | —    |
|                   |   |   | —     | —     | —     | —    |
|                   |   |   | 68,80 | 63,89 | 72,56 | 0,63 |
|                   |   | 3 | 69,43 | 63,45 | 72,48 | 0,52 |
|                   |   |   | 69,13 | 64,32 | 73,26 | 0,45 |
|                   |   |   | —     | —     | —     | —    |
|                   |   | 2 | —     | —     | —     | —    |
|                   |   |   | —     | —     | —     | —    |
|                   |   |   | 68,22 | 62,29 | 71,25 | 0,47 |
| <b>1. Kurutma</b> | 2 | 3 | 67,81 | 62,61 | 71,39 | 0,47 |
|                   |   |   | 68,33 | 64,85 | 72,17 | 0,54 |
|                   |   |   | —     | —     | —     | —    |
|                   |   | 1 | —     | —     | —     | —    |
|                   |   |   | —     | —     | —     | —    |
|                   |   |   | 68,35 | 61,67 | 72,52 | 0,53 |
|                   |   | 3 | 68,45 | 62,55 | 72,20 | 0,52 |
|                   |   |   | 68,55 | 62,97 | 72,74 | 0,55 |
|                   |   |   | —     | —     | —     | —    |

Çizelge 4.25. (devam)

|            |   |   |       |       |       |      |
|------------|---|---|-------|-------|-------|------|
| 2. Kurutma | 1 | 1 | —     | —     | —     | —    |
|            |   | 2 | —     | —     | —     | —    |
|            |   | 3 | 69,06 | 62,71 | 72,28 | 0,45 |
|            |   |   | 68,72 | 63,23 | 71,96 | 0,59 |
|            |   |   | 67,61 | 62,85 | 71,20 | 0,30 |
|            | 2 | 1 | —     | —     | —     | —    |
|            |   | 2 | —     | —     | —     | —    |
|            |   | 3 | 69,15 | 62,44 | 72,44 | 0,54 |
|            |   |   | 69,14 | 62,89 | 73,04 | 0,65 |
|            |   |   | 68,67 | 63,08 | 72,17 | 0,48 |
|            | 3 | 1 | —     | —     | —     | —    |
|            |   | 2 | —     | —     | —     | —    |
|            |   | 3 | 68,84 | 63,62 | 72,29 | 0,47 |
|            |   |   | 68,71 | 63,37 | 72,07 | 0,42 |
|            |   |   | 69,84 | 62,09 | 72,51 | 0,53 |
| Son Ürün   | 1 | 1 | —     | —     | —     | —    |
|            |   | 2 | —     | —     | —     | —    |
|            |   | 3 | 70,53 | 65,37 | 75,17 | 0,78 |
|            |   |   | 68,99 | 63,46 | 72,83 | 0,54 |
|            |   |   | 70,44 | 64,77 | 73,70 | 0,61 |
|            | 2 | 1 | —     | —     | —     | —    |
|            |   | 2 | —     | —     | —     | —    |
|            |   | 3 | 69,88 | 65,18 | 73,19 | 0,78 |
|            |   |   | 69,52 | 64,71 | 72,83 | 0,61 |
|            |   |   | 69,92 | 63,87 | 73,24 | 0,54 |
|            | 3 | 1 | —     | —     | —     | —    |
|            |   | 2 | —     | —     | —     | —    |
|            |   | 3 | 69,61 | 64,22 | 73,05 | 0,60 |
|            |   |   | 68,94 | 63,15 | 72,86 | 0,64 |
|            |   |   | 68,98 | 63,73 | 71,90 | 0,41 |



**Şekil 4.1.**  retim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen DSC termogramlarının çoklu gösterimi

Üretim aşamaları boyunca pastırma  rneklerinin DSC termogramlarında belirlenen endotermik değişimlerin pik, başlangıç ve bitiş sıcaklıkları ile entalpi değerlerine ait varyans analiz sonuçları  izelge 4.26’da verilmiştir. Bu sonuçlara göre üretim aşaması faktörünün miyosin ve aktin için pik, başlangıç ve bitiş sıcaklıkları ile aktin için entalpi değeri üzerinde çok önemli seviyede ( $p < 0,01$ ), miyosin için entalpi değeri üzerinde ise önemli seviyede etkili olduğu görülmektedir ( $p < 0,05$ ).

**Çizelge 4.26.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinin DSC termogramlarında belirlenen endotermik değişimlerin pik, başlangıç ve bitiş sıcaklıkları ile entalpi değerlerine ait varyans analiz sonuçları

| Birinci pik bölgesi                |    |         |           |
|------------------------------------|----|---------|-----------|
| Pik Sıcaklığı (°C)                 |    |         |           |
| Varyasyon kaynağı                  | SD | KO      | F         |
| Üretim Aşaması                     | 1  | 102,913 | 279,424** |
| Blok                               | 2  | 0,352   | 0,957     |
| Hata                               | 12 | 0,368   | –         |
| Genel                              | 18 | –       | –         |
| Başlangıç Sıcaklığı (°C)           |    |         |           |
| Varyasyon kaynağı                  | SD | KO      | F         |
| Üretim Aşaması                     | 1  | 138,5   | 177,877** |
| Blok                               | 2  | 3,673   | 4,717*    |
| Hata                               | 12 | 0,779   | –         |
| Genel                              | 18 | –       | –         |
| Bitiş Sıcaklığı (°C)               |    |         |           |
| Varyasyon kaynağı                  | SD | KO      | F         |
| Üretim Aşaması                     | 1  | 103,248 | 167,073** |
| Blok                               | 2  | 1,179   | 1,908     |
| Hata                               | 12 | 0,618   | –         |
| Genel                              | 18 | –       | –         |
| Entalpi Değişimi ( $\Delta H$ J/g) |    |         |           |
| Varyasyon kaynağı                  | SD | KO      | F         |
| Üretim Aşaması                     | 1  | 0,023   | 7,942*    |
| Blok                               | 2  | 0,009   | 3,16      |
| Hata                               | 12 | 0,003   | –         |
| Genel                              | 18 | –       | –         |
| Üçüncü pik bölgesi                 |    |         |           |
| Pik Sıcaklığı (°C)                 |    |         |           |
| Varyasyon kaynağı                  | SD | KO      | F         |
| Üretim Aşaması                     | 4  | 118,77  | 301,194** |
| Blok                               | 2  | 1,171   | 2,97      |
| Hata                               | 30 | 0,394   | –         |
| Genel                              | 45 | –       | –         |
| Başlangıç Sıcaklığı (°C)           |    |         |           |
| Varyasyon kaynağı                  | SD | KO      | F         |
| Üretim Aşaması                     | 4  | 224,52  | 277,018** |
| Blok                               | 2  | 2,57    | 3,171     |
| Hata                               | 30 | 0,81    | –         |
| Genel                              | 45 | –       | –         |

Çizelge 4.26. (devam)

| Bitiş Sıcaklığı (°C)      |    |        |           |
|---------------------------|----|--------|-----------|
| Varyasyon kaynağı         | SD | KO     | F         |
| Üretim Aşaması            | 4  | 93,047 | 376,217** |
| Blok                      | 2  | 1,259  | 5,091**   |
| Hata                      | 30 | 0,247  | —         |
| Genel                     | 45 | —      | —         |
| Entalpi Değişimi (ΔH J/g) |    |        |           |
| Varyasyon kaynağı         | SD | KO     | F         |
| Üretim Aşaması            | 4  | 0,45   | 6,961**   |
| Blok(B)                   | 2  | 0,003  | 0,462     |
| Hata                      | 30 | 0,006  | —         |
| Genel                     | 45 | —      | —         |

\*\*p<0,01; \*p<0,05

Çizelge 4.27’de üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinin DSC termogramlarında belirlenen endotermik değişimlerin pik, başlangıç ve bitiş sıcaklıkları ile entalpi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiştir. Hammaddede miyosin için belirlenen (birinci pik bölgesi) ortalama pik, başlangıç ve bitiş sıcaklıkları ile entalpi değerinin kütleme aşaması sonunda önemli seviyede azaldığı ( $p<0,05$ ), daha sonraki aşamalarda ise belirlenemediği görülmektedir. Sarkoplazmik proteinler ve kolajen için (ikinci pik bölgesi) ise bu değerler sadece hammaddede tespit edilebilmiştir. Diğer yandan aktin için (üçüncü pik bölgesi) tüm aşamalar boyunca bu değerler tespit edilmiş olup, ortalama pik sıcaklığının kütleme aşaması sonunda önemli seviyede azaldığı, son aşamada ise artış gösterdiği saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Yine aktin için entalpi değerinin kütleme aşaması sonunda önemli seviyede arttıktan sonra 1. kurutma sonunda azaldığı, son üründe ise yeniden artış gösterdiği gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). Aktaş *et al.* (2005) tarafından yapılan bir araştırmada pastırma örnekleri için DSC termogramında miyosin ve aktin denatürasyonu ile ilgili iki farklı pik gözlemlendiği ve bu piklere ait pik sıcaklıkları ile entalpi değerlerinin pastırma üretimi boyunca azaldığı tespit edilmiştir. Araştırmacılar bu değerlerde meydana gelen azalmanın, kurutma esnasında meydana gelen geri dönüşümsüz denatürasyondan, artan iyonik şiddet nedeniyle miyofibriller proteinlerin destabilizasyonundan veya endojen kas proteinazlarının aktivitesinden kaynaklanabileceğini ifade etmişlerdir. Yapılan bir diğer araştırmada ise taze sığır etinde miyosin, sarkoplazmik proteinler ile kolajen ve aktinin

denatürasyonu için DSC termogramında sırasıyla 54,40°C, 63,19°C ve 77,25°C’de üç farklı pik belirlendiği bildirilmiştir. Araştırmada taze ete uygulanan 48 saatlik kuru tuzlama işlemi neticesinde bu piklerden sadece aktin için olanının belirlenebildiği ve bu pike ait pik sıcaklığı ile entalpi değerinin ise tuzlama işlemi neticesinde önemli seviyede azaldığı bildirilmiştir (Akköse, 2017). Graiver *et al.* (2006) ise taze domuz eti için DSC termogramında pik sıcaklıkları 57,6°C, 66,2°C ve 80,3°C olan üç farklı pik belirlemişler ve bunların sırasıyla miyosin, sarkoplazmik proteinler ile kolajen ve aktin denatürasyonu ile ilgili olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar yüksek tuz konsantrasyonlarında yapılan salamura tuzlama işleminden sonra ise termogramlarda 53,0°C ve 67,7°C’de artık sadece iki pikin gözlemlendiğini tespit etmişlerdir. Benzer sonuçlar diğer bazı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Thorarinsdottir *et al.* 2002; Pighin *et al.* 2008).

Etin tuzlanması proteinlerin stabilizasyonunu etkilediği ve artan NaCl konsantrasyonunun hidrasyon özelliklerini etkileyerek miyofibriler proteinlerin stabilitesini düşürdüğü bildirilmektedir (Thorarinsdottir *et al.* 2002; Graiver *et al.* 2006; Pighin *et al.* 2008; Akköse 2017). Mevcut bu araştırmada elde edilen sonuçlar neticesinde pastırma üretiminde kürleme aşamasının miyofibriler proteinlerin destabilizasyonu üzerinde önemli bir rol üstlendiğini söyleyebilmek mümkündür. Kürleme aşaması sonunda miyosin ve aktin için denatürasyon pik sıcaklıklarının önemli miktarda azalmış olması, bu proteinlerin termal stabilitesindeki azalmayı ortaya koymaktadır. Diğer yandan sarkoplazmik proteinler ile kolajen için kürleme aşaması sonunda herhangi bir pikin gözlenmemiş olması da bu aşamadaki muhtemel bir denatürasyona işaret etmektedir. Bununla birlikte pastırma üretiminde gerek kürleme gerekse kurutma aşamalarında dokudaki nem miktarının azaldığı, buna bağlı olarak da proteinlerin stabilizasyonunda azalma olabileceği de dikkate alınmalıdır. Nitekim 1. kurutma aşamasından sonra DSC termogramında artık miyosin için de bir denatürasyon piki belirlenememiştir. Son üründe aktin için pik sıcaklıkları ile entalpi değerinde meydana gelen artışın ise çemenleme işlemi sonrası et ve çemen hamuru arasındaki nem ve tuz alışverişi sonucu oluştuğu düşünülmektedir. Nitekim çemenleme aşamasında

etten emen hamuruna doğru tuz geçişi olurken emen hamurundan ete doğru nem geçişinin olduğu bildirilmektedir (Gökalp vd 2012; Akköse and Aktaş 2014).



**Çizelge 4.27.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinin DSC termogramlarında belirlenen endotermik değişimlerin pik, başlangıç ve bitiş sıcaklıkları ile entalpi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Üretim Aşaması    | Birinci pik bölgesi (miyosin) |                         |                         |                        | İkinci pik bölgesi (sarkoplazmik proteinler ve kolajen) |            |            |           | Üçüncü pik bölgesi (aktin) |                          |                         |                        |
|-------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------|------------|------------|-----------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|
|                   | Sıcaklık (°C)                 |                         |                         | ΔH (J/g)               | Sıcaklık (°C)                                           |            |            | ΔH (J/g)  | Sıcaklık (°C)              |                          |                         | ΔH (J/g)               |
|                   | Pik                           | Başlangıç               | Bitiş                   |                        | Pik                                                     | Başlangıç  | Bitiş      |           | Pik                        | Başlangıç                | Bitiş                   |                        |
| <b>0.gün</b>      | 54,98±0,47 <sup>b</sup>       | 49,85±0,62 <sup>b</sup> | 57,08±0,38 <sup>b</sup> | 0,24±0,06 <sup>b</sup> | 62,56±0,69                                              | 59,54±0,79 | 68,23±2,82 | 0,23±0,06 | 77,00±0,35 <sup>c</sup>    | 74,19±0,45 <sup>d</sup>  | 79,65±0,43 <sup>c</sup> | 0,50±0,03 <sup>a</sup> |
| <b>Kürleme</b>    | 50,20±0,66 <sup>a</sup>       | 44,30±1,53 <sup>a</sup> | 52,29±1,18 <sup>a</sup> | 0,17±0,07 <sup>a</sup> | —                                                       | —          | —          | —         | 68,67±1,24 <sup>a</sup>    | 62,21±1,47 <sup>a</sup>  | 72,36±0,70 <sup>a</sup> | 0,65±0,07 <sup>b</sup> |
| <b>1. Kurutma</b> | —                             | —                       | —                       | —                      | —                                                       | —          | —          | —         | 68,56±0,49 <sup>a</sup>    | 63,18±1,03 <sup>b</sup>  | 72,29±0,63 <sup>a</sup> | 0,52±0,05 <sup>a</sup> |
| <b>2. Kurutma</b> | —                             | —                       | —                       | —                      | —                                                       | —          | —          | —         | 68,86±0,59 <sup>a</sup>    | 62,92±0,47 <sup>ab</sup> | 72,22±0,49 <sup>a</sup> | 0,49±0,10 <sup>a</sup> |
| <b>Son Ürün</b>   | —                             | —                       | —                       | —                      | —                                                       | —          | —          | —         | 69,65±0,61 <sup>b</sup>    | 64,27±0,78 <sup>c</sup>  | 73,20±0,89 <sup>b</sup> | 0,61±0,12 <sup>b</sup> |

<sup>a-e</sup>: Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır (p<0,05).

±: standart sapma

### 4.3. Tekstür Sonuçları

Et ürünlerinin kalitesini ve tüketici tercihini etkileyen en önemli faktörlerden biri de tekstürel özelliklerdir (Chen and Opara 2013; Bekhit *et al.* 2014). Kuru kür edilmiş et ürünlerinin tekstürel özelliklerinin belirlenmesinde en yaygın olarak kullanılan enstrümantal yöntemler TPA ve WB kesme kuvvetidir (Morales *et al.* 2007; Andronikov *et al.* 2013).

#### 4.3.1. Tekstür profil analizi (TPA)

Enstrümantal olarak tekstürel özelliklerin belirlenmesinde kullanılan TPA ile örneklerin sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, kohesivlik, sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve esneklik değerleri tespit edilmiştir.

##### 4.3.1.a. Sertlik

Sertlik, bir örneği sıkıştırmak için sarf edilen maksimum kuvvet olarak tanımlanmaktadır (Bourne 1978). Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen sertlik değerleri Çizelge 4.28’de verilmiştir. Hammaddede ortalama 20,69-43,15 arasında bulunan sertlik değerinin, kürlleme aşaması sonunda 31,92-53,45, 1. kurutma sonunda 41,14-77,86, 2. kurutma sonunda 55,31-99,39 ve son üründe ise 55,46-91,06 değerleri arasında değiştiği görülmektedir.

**Çizelge 4.28.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen sertlik değerleri (N)

| Üretim Aşaması | Blok  |       |       |
|----------------|-------|-------|-------|
|                | 1     | 2     | 3     |
| 0. Gün         | 29,22 | 27,85 | 31,33 |
|                | 31,63 | 22,85 | 21,53 |
|                | 35,89 | 20,69 | 43,15 |
|                | 31,23 | 39,91 | 25,20 |
|                | 27,12 | 40,55 | 27,61 |
|                | 31,23 | 23,05 | 43,05 |
| Kürleme        | 42,36 | 44,52 | 51,09 |
|                | 46,24 | 53,45 | 52,56 |
|                | 39,96 | 31,92 | 37,41 |
|                | 39,67 | 45,70 | 41,87 |
|                | 39,52 | 44,28 | 42,71 |
|                | 42,07 | 37,46 | 36,97 |
| 1. Kurutma     | 61,49 | 43,64 | 54,77 |
|                | 63,99 | 41,14 | 56,93 |
|                | 55,90 | 58,06 | 56,49 |
|                | 49,82 | 77,86 | 66,64 |
|                | 66,88 | 62,08 | 61,73 |
|                | 58,94 | 60,11 | 58,79 |
| 2. Kurutma     | 70,07 | 64,77 | 55,55 |
|                | 64,63 | 63,06 | 66,93 |
|                | 61,63 | 68,45 | 55,46 |
|                | 60,26 | 62,66 | 58,55 |
|                | 62,96 | 63,74 | 58,84 |
|                | 55,31 | 67,18 | 99,39 |
| Son Ürün       | 58,25 | 83,9  | 90,42 |
|                | 91,06 | 77,42 | 74,73 |
|                | 80,90 | 77,13 | 68,70 |
|                | 65,90 | 55,46 | 76,59 |
|                | 57,76 | 66,54 | 76,20 |
|                | 61,98 | 82,67 | 58,59 |

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.29 verilmiştir. Buna göre üretim aşamasının sertlik değerleri üzerinde çok önemli seviyede ( $p<0,01$ ) etkisi söz konusu olmuştur.

**Çizelge 4.29.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon kaynağı | SD | KO       | F        |
|-------------------|----|----------|----------|
| Üretim Aşaması    | 4  | 5121,428 | 61,655** |
| Blok              | 2  | 37,047   | 0,446    |
| Hata              | 75 | 83,066   | —        |
| Genel             | 90 | —        | —        |

\*\*p<0,01

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen sertlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.30’da verilmiştir. Hammaddede ortalama  $30,73 \pm 7,22$  olan sertlik değerinin, kütleme ve 1. kurutma aşamaları ile son üründe önemli seviyede ( $p < 0,05$ ) artış göstererek  $72,45 \pm 11,27$  değerine kadar ulaştığı görülmektedir. 2. kurutma aşaması sonunda da sertlik değeri artmış, fakat bu artış önemli seviyede gerçekleşmemiştir. Bu durumun 2. kurutma aşamasının daha kısa süreli olarak gerçekleştirilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Pastırma üretiminde tekstürel özelliklerin belirlendiği çalışma sayısı oldukça azdır. Hastaoğlu and Vural (2018) pastırma üretiminde hammadde ile son ürün arasında sertlik değerinin önemli seviyede arttığını, Akköse *et al.* (2018) ise farklı pastırma çeşitleri için sertlik değerlerinin son üründe 28,35-63,48N değerleri arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Tekstürel özelliklerin şekillenmesinde üretimde uygulanan işlemler ve buna bağlı olarak ürün bileşiminde meydana gelen değişimler etkili olmaktadır. Pastırma üretiminde kütleme, baskılama ve kurutma işlemleri bulunmakta ve bu işlemler ürün bileşimini önemli oranda etkilemektedir. Bu işlemler sonucu özellikle etin su içeriğinde önemli oranda bir azalma meydana gelmekte ve et proteinlerinde de önemli değişimler olmaktadır. Nitekim sertlik değerinde meydana gelen değişimlerin nem içeriği ile proteinlerde meydana gelen değişimlerle ilişkili olduğu bildirilmektedir (Monin *et al.* 1997). Mevcut bu çalışmada hammaddede %75,26 olarak belirlenen nem içeriğinin üretim aşamaları boyunca azalarak son üründe %49,94’e düştüğü, et proteinlerinin ise üretim aşamaları boyunca stabilize olduğu tespit edilmiştir. Serra *et*

*al.* (2005) ise kuru kür edilmiş ham için nem içeriği ve  $a_w$  değeri ile sertlik parametresi arasında negatif bir korelasyon olduğunu rapor etmişlerdir. Benzer şekilde Akköse *et al.* (2018) daha düşük  $a_w$  değerine sahip pastırma çeşitleri için daha düşük sertlik değerleri elde edildiğini bildirmişlerdir. Bu araştırmada  $a_w$  değerinin pastırma üretim aşamaları boyunca azalarak 0,99'dan 0,86'ya düştüğü saptanmıştır. Böylece üretim aşamaları boyunca sertlik değerinde meydana gelen artışın nem içeriği ve  $a_w$  değerindeki azalma ile proteinlerde meydana gelen değişimlerin bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Nitekim kuru kür edilmiş çeşitli et ürünlerinde yapılan bazı araştırmalarda da nem içeriği ile sertlik parametresi arasında negatif bir korelasyonun söz konusu olduğu ve özellikle kurutma/olgunlaştırma aşamalarında nem içeriği azaldıkça sertlik değerinin arttığı bildirilmiştir (Moliner *et al.* 2008; Lorenzo 2014; Lorenzo and Carballo 2015). Ayrıca son üründe daha düşük nem içeriğine sahip kuru kür edilmiş et ürünlerinde daha yüksek sertlik değerinin belirlendiği bazı çalışmalar da söz konusudur (Costa-Corredor *et al.* 2009; Andronikov *et al.* 2013).

**Çizelge 4.30.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen sertlik değerlerine (N) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Üretim Aşaması | Sertlik (N)              |
|----------------|--------------------------|
| 0.gün          | 30,73±7,22 <sup>a</sup>  |
| Kürleme        | 42,76±5,65 <sup>b</sup>  |
| 1. Kurutma     | 58,63±8,41 <sup>c</sup>  |
| 2. Kurutma     | 64,41±9,78 <sup>c</sup>  |
| Son Ürün       | 72,45±11,27 <sup>d</sup> |

<sup>a-e</sup>: Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ( $p<0,05$ ).

±: standart sapma

#### 4.3.1.b. Yapışkanlık

Yapışkanlık değeri sıkıştırma sonrasında et yüzeyinin bulunduğu yüzeye yapışma derecesini göstermektedir. Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen yapışkanlık değerleri (mJ) Çizelge 4.31'de verilmiştir. Hammaddede 0,50-2,90 arasında olan yapışkanlık değerinin kürleme sonunda 0,20-2,90, 1. kurutma sonunda 0,20-2,30, 2. kurutma sonunda 0,50-2,40 ve son üründe ise 0,40-1,80 arasında değiştiği

görülmektedir. Akköse *et al.* (2018) tarafından yapılan bir araştırmada farklı pastırma çeşitleri için son üründe çok daha düşük yapışkanlık değerleri elde edildiği bildirilmiştir. Diğer yandan Andronikov *et al.* (2013) ise kuru kür edilmiş ham için son üründe 0,73-1,00 arasında değişen yapışkanlık değerleri tespit etmişlerdir.

**Çizelge 4.31.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen yapışkanlık değerleri (mJ)

| Üretim Aşaması | Blok |      |      |
|----------------|------|------|------|
|                | 1    | 2    | 3    |
| 0. Gün         | 1,70 | 0,50 | 0,60 |
|                | 0,50 | 1,30 | 0,80 |
|                | 1,80 | 2,90 | 1,20 |
|                | 0,70 | 1,00 | 0,90 |
|                | 1,40 | 1,70 | 0,50 |
|                | 0,70 | 1,70 | 1,50 |
| Kürleme        | 0,50 | 1,30 | 1,40 |
|                | 1,10 | 0,30 | 2,90 |
|                | 1,30 | 1,10 | 1,30 |
|                | 1,50 | 2,30 | 1,30 |
|                | 0,20 | 2,20 | 2,20 |
|                | 1,80 | 2,50 | 0,90 |
| 1. Kurutma     | 0,60 | 1,30 | 0,20 |
|                | 0,60 | 1,80 | 1,40 |
|                | 0,90 | 1,20 | 1,30 |
|                | 1,90 | 1,90 | 0,70 |
|                | 2,30 | 1,50 | 1,30 |
|                | 0,50 | 1,90 | 1,20 |
| 2. Kurutma     | 0,90 | 0,80 | 1,00 |
|                | 1,10 | 1,50 | 0,70 |
|                | 2,40 | 0,80 | 1,80 |
|                | 1,60 | 0,60 | 0,90 |
|                | 0,70 | 1,50 | 1,10 |
|                | 0,90 | 0,50 | 0,80 |
| Son Ürün       | 1,20 | 1,40 | 0,50 |
|                | 0,80 | 0,30 | 1,80 |
|                | 0,90 | 0,70 | 0,70 |
|                | 1,50 | 1,00 | 0,70 |
|                | 1,50 | 1,30 | 0,00 |
|                | 0,40 | 0,80 | 0,30 |

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen yapışkanlık değerlerine ait varyans analiz sonuçlarından da görüleceği üzere üretim aşaması faktörü bu tekstürel parametre üzerinde önemli seviyede ( $p<0,05$ ) etkili olmuştur (Çizelge 4.32).

**Çizelge 4.32.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen yapışkanlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon kaynağı | SD | KO    | F      |
|-------------------|----|-------|--------|
| Üretim Aşaması    | 4  | 0,797 | 2,307* |
| Blok              | 2  | 0,532 | 1,54   |
| Hata              | 75 | 0,345 | —      |
| Genel             | 90 | —     | —      |

Çizelge 4.33'te üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen yapışkanlık değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiştir. Kürlleme aşaması sonunda önemli seviyede ( $p<0,05$ ) artan yapışkanlık değerinin daha sonraki aşamalarda gittikçe azalarak son üründe ortalama  $0,88\pm0,49$  değerine düştüğü görülmektedir. Bu sonuçlara göre pastırma üretiminde yapışkanlık parametresinin şekillenmesinde özellikle kürlleme aşamasının önemli bir rol oynadığını söyleyebilmek mümkündür. Bu durumun kürlleme aşamasında et proteinlerinde meydana gelen değişimlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer yandan kurutma işlemleri ise yapışkanlık değerinin azalmasına yol açmıştır. Monin *et al.* (1997) kuru kür edilmiş ham üretiminde yapışkanlık değerinin olgunlaşma esnasında belli bir seviyeye kadar arttıktan sonra düşüş gösterdiğini bildirmişlerdir.

**Çizelge 4.33.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen yapışkanlık değerlerine (mJ) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Üretim Aşaması | Yapışkanlık (mJ)        |
|----------------|-------------------------|
| 0.gün          | 1,19±0,63 <sup>ab</sup> |
| Kürleme        | 1,45±0,75 <sup>b</sup>  |
| 1. Kurutma     | 1,25±0,58 <sup>ab</sup> |
| 2. Kurutma     | 1,09±0,49 <sup>ab</sup> |
| Son Ürün       | 0,88±0,49 <sup>a</sup>  |

<sup>a-e</sup>: Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır (p<0,05).

±: standart sapma

#### 4.3.1.c. Kohesivlik

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen kohesivlik değerleri Çizelge 4.34’de verilmiştir. Hammaddede 0,15-0,42 arasında bulunan kohesivlik değerinin son üründe 0,41-0,56 değerleri arasında değiştiği görülmektedir. Pastırma üzerine yapılan diğer bazı araştırmalarda da hammadde veya son ürün için benzer sonuçlar elde edilmiştir. Hastaoğlu and Vural (2018) tarafından yapılan bir araştırmada hammaddede 0,19-0,37 arasında bulunan kohesivlik değerinin son üründe 0,23-1,51 arasında olduğu rapor edilmiştir. Akköse *et al.* (2018) ise farklı pastırma çeşitleri için son üründe 0,64-0,72 arasında değişen kohesivlik değerleri tespit etmişlerdir. Kuru kür edilmiş diğer bazı et ürünleri için de özellikle son üründe benzer sonuçların elde edildiği çalışmalar söz konusudur (Monin *et al.* 1997; Molinero *et al.* 2008; Andronikov *et al.* 2013; Lorenzo 2014; Lorenzo and Carballo 2015).

**Çizelge 4.34.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen kohesivlik değerleri

| Üretim Aşaması | Blok |      |      |
|----------------|------|------|------|
|                | 1    | 2    | 3    |
| 0. Gün         | 0,29 | 0,40 | 0,22 |
|                | 0,40 | 0,39 | 0,28 |
|                | 0,39 | 0,35 | 0,30 |
|                | 0,32 | 0,28 | 0,25 |
|                | 0,42 | 0,33 | 0,15 |
|                | 0,32 | 0,36 | 0,35 |
| Kürleme        | 0,49 | 0,36 | 0,34 |
|                | 0,39 | 0,39 | 0,37 |
|                | 0,36 | 0,39 | 0,38 |
|                | 0,30 | 0,42 | 0,46 |
|                | 0,39 | 0,48 | 0,50 |
|                | 0,32 | 0,35 | 0,35 |
| 1. Kurutma     | 0,44 | 0,41 | 0,47 |
|                | 0,38 | 0,46 | 0,41 |
|                | 0,42 | 0,46 | 0,47 |
|                | 0,42 | 0,54 | 0,42 |
|                | 0,39 | 0,58 | 0,40 |
|                | 0,43 | 0,47 | 0,38 |
| 2. Kurutma     | 0,49 | 0,42 | 0,42 |
|                | 0,42 | 0,41 | 0,52 |
|                | 0,42 | 0,48 | 0,45 |
|                | 0,38 | 0,56 | 0,50 |
|                | 0,57 | 0,58 | 0,49 |
|                | 0,53 | 0,54 | 0,56 |
| Son Ürün       | 0,41 | 0,48 | 0,52 |
|                | 0,43 | 0,54 | 0,56 |
|                | 0,41 | 0,45 | 0,54 |
|                | 0,44 | 0,44 | 0,48 |
|                | 0,42 | 0,48 | 0,49 |
|                | 0,44 | 0,48 | 0,48 |

Çizelge 4.35’de verilen üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen kohesivlik değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre, kohesivlik değeri üretim aşaması faktöründen çok önemli seviyede etkilenmiştir ( $p<0,01$ ).

**Çizelge 4.35.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen kohesivlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon kaynağı | SD | KO    | F        |
|-------------------|----|-------|----------|
| Üretim Aşaması    | 4  | 0,080 | 28,660** |
| Blok              | 2  | 0,010 | 3,526*   |
| Hata              | 75 | 0,003 | —        |
| Genel             | 90 | —     | —        |

\*\*p<0,01; \*p<0,05

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen kohesivlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.36’da verilmiştir. Bu sonuçlara göre ortalama kohesivlik değerinin kürlenme aşaması ile 1. ve 2. kurutma aşamaları sonunda önemli seviyede arttığı, son üründe ise azalarak  $0,47 \pm 0,05$  değerine ulaştığı görülmektedir. Kohesivlik değerleri üzerinde üretim aşamaları boyunca azalan nem içeriği ve  $a_w$  değerleri ile proteinlerde meydana gelen değişimlerin etkili olduğu düşünülmektedir. Diğer yandan son üründe meydana gelen azalış ise muhtemelen çemen hamuru ile et arasındaki nem dengesinin bir sonucudur. Lorenzo (2014) kuru kür edilmiş cecina ürünü için kurutma/olgunlaştırma aşamasında kohesivlik değerinin artış gösterdiğini, diğer yandan Lorenzo and Carballo (2015) üretim aşamaları boyunca kuru kür edilmiş at eti için kohesivlik değerinde önemli bir değişimin olmadığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte çeşitli kuru kür edilmiş et ürünleri için azalan kohesivlik değerlerinin belirlendiği çalışmalar da söz konusudur (Monin *et al.* 1997; Serra *et al.* 2005).

**Çizelge 4.36.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen kohesivlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Üretim Aşaması | Kohesivlik           |
|----------------|----------------------|
| 0.gün          | $0,32 \pm 0,07^a$    |
| Kürleme        | $0,39 \pm 0,06^b$    |
| 1. Kurutma     | $0,44 \pm 0,05^c$    |
| 2. Kurutma     | $0,49 \pm 0,06^d$    |
| Son Ürün       | $0,47 \pm 0,05^{cd}$ |

<sup>a-e</sup>: Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır (p<0,05).

±: standart sapma

#### 4.3.1.d. Elastikiyet

Elastikiyet, bir örneğe uygulanan deforme edici kuvvet ortadan kalktıktan sonra bu örneğin orijinal şeklini kazanabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Bourne 1978). Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen elastikiyet değerleri Çizelge 4.37’de gösterilmiştir. Çizelgeye bakıldığında hammaddede 1,96-11,92mm arasında bulunan elastikiyet değerinin son üründe 4,09-12,14mm arasında değiştiği görülmektedir. Hastaoğlu and Vural (2018) hammadde ve son üründe sırasıyla 2,73-3,44mm ve 1,23-3,55mm arasında değişen elastikiyet değerleri belirlemişlerdir. Diğer yandan farklı pastırma çeşitleri için tekstürel parametrelerin belirlendiği bir araştırmada ise elastikiyet değerinin 0,74-0,83 değerleri arasında bulunduğu tespit edilmiştir (Akköse *et al.* 2018).

**Çizelge 4.37.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen elastikiyet değerleri (mm)

| Üretim Aşaması | Blok  |       |       |
|----------------|-------|-------|-------|
|                | 1     | 2     | 3     |
| 0. Gün         | 4,29  | 3,11  | 11,92 |
|                | 4,33  | 3,92  | 1,96  |
|                | 3,97  | 2,57  | 3,22  |
|                | 3,72  | 2,87  | 1,88  |
|                | 3,67  | 2,97  | 2,80  |
|                | 3,72  | 3,50  | 4,60  |
| Kürleme        | 10,95 | 3,95  | 4,09  |
|                | 3,98  | 12,66 | 3,35  |
|                | 4,06  | 3,68  | 3,48  |
|                | 4,27  | 4,73  | 3,26  |
|                | 12,93 | 11,14 | 4,71  |
|                | 4,04  | 3,72  | 3,27  |
| 1. Kurutma     | 3,82  | 4,83  | 5,44  |
|                | 3,85  | 5,31  | 4,96  |
|                | 3,77  | 4,72  | 5,17  |
|                | 4,35  | 5,15  | 4,81  |
|                | 4,22  | 4,59  | 5,15  |
|                | 4,15  | 5,03  | 4,51  |

**Çizelge 4.37.** (devam)

|            |       |      |      |
|------------|-------|------|------|
| 2. Kurutma | 5,17  | 5,07 | 5,04 |
|            | 4,84  | 5,13 | 5,64 |
|            | 4,57  | 4,93 | 4,93 |
|            | 4,72  | 4,96 | 4,26 |
|            | 4,66  | 4,74 | 4,49 |
|            | 4,52  | 4,81 | 4,48 |
| Son Ürün   | 4,09  | 4,98 | 6,41 |
|            | 5,49  | 5,72 | 4,74 |
|            | 5,51  | 5,79 | 6,22 |
|            | 5,22  | 5,22 | 5,17 |
|            | 12,14 | 5,34 | 5,72 |
|            | 4,39  | 5,88 | 5,62 |

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen elastikiyet değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre elastikiyet değeri üzerine üretim aşaması faktörü önemli seviyede etki göstermiştir ( $p<0,05$ ).

**Çizelge 4.38.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen elastikiyet değerlerine ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon kaynağı | SD | KO     | F      |
|-------------------|----|--------|--------|
| Üretim Aşaması    | 4  | 11,399 | 2,893* |
| Blok              | 2  | 1,371  | 0,348  |
| Hata              | 75 | 3,939  | —      |
| Genel             | 90 | —      | —      |

\* $p<0,05$

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen elastikiyet değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.39’da verilmiştir. Elastikiyet değerinin kütleme aşaması sonunda arttığı, 1. kurutma sonunda azaldığı, son üründe ise yeniden artış gösterdiği görülmektedir. Bu durumun kütleme aşamasında proteinlerde meydana gelen değişimlerden, kurutma esnasındaki nem kaybından ve son üründe oluşan çemen hamuru ile et arasındaki nem-tuz dengesinden kaynaklandığı

düşünülmektedir. Benzer sonuçlar çeşitli kuru kür edilmiş et ürünleri için diğer bazı araştırmacılar tarafından da tespit edilmiştir (Monin *et al.* 1997; Molinero *et al.* 2008; Lorenzo 2014; Lorenzo and Carballo 2015). Serra *et al.* (2005) ise kuru kür edilmiş ham için nem içeriği ve  $a_w$  değerleri ile elastikiyet parametresi arasında pozitif bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir.

**Çizelge 4.39.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen elastikiyet (mm) değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Üretim Aşaması | Elastikiyet (mm)        |
|----------------|-------------------------|
| 0.gün          | 3,83±2,16 <sup>a</sup>  |
| Kürleme        | 5,68±3,48 <sup>b</sup>  |
| 1. Kurutma     | 4,66±0,53 <sup>ab</sup> |
| 2. Kurutma     | 4,83±0,32 <sup>ab</sup> |
| Son Ürün       | 5,76±1,70 <sup>b</sup>  |

<sup>a-e</sup>: Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ( $p<0,05$ ).

±: standart sapma

#### 4.3.1.e. Sakızımsılık

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen sakızımsılık değerleri (N) Çizelge 4.40'da gösterilmiştir. Hammaddede 4,25-14,95N arasında olan sakızımsılık değerinin, kürleme sonunda 12,10-21,33N, 1. kurutma sonunda 18,01-41,87N, 2. kurutma sonunda 22,74-55,51N ve son üründe ise 24,07-47,01N değerleri arasında değiştiği tespit edilmiştir. Pastırma üzerine yapılan bir başka araştırmada ise hammadde ve son ürün için mevcut bu araştırmadakine göre daha düşük sakızımsılık değerleri elde edildiği bildirilmiştir (Hastaoğlu and Vural 2018). Bu durumun pastırma üretiminde kullanılan farklı kaslar ile işlem şartlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer yandan Andronikov *et al.* (2013) farklı kaslar ve tuz oranları kullanılarak üretilen kuru kür edilmiş ham için son üründe 35-110N arasında değişen sakızımsılık değerleri rapor etmişlerdir.

**Çizelge 4.40.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen sakızımsılık değerleri (N)

| Üretim Aşaması | Blok  |       |       |
|----------------|-------|-------|-------|
|                | 1     | 2     | 3     |
| 0. Gün         | 8,41  | 11,14 | 6,84  |
|                | 12,77 | 8,87  | 6,09  |
|                | 13,98 | 7,26  | 13,15 |
|                | 10,02 | 11,01 | 6,24  |
|                | 11,47 | 13,41 | 4,25  |
|                | 10,02 | 8,37  | 14,95 |
| Kürleme        | 20,58 | 15,97 | 17,17 |
|                | 18,23 | 20,91 | 19,36 |
|                | 14,45 | 12,38 | 14,17 |
|                | 12,10 | 19,08 | 19,33 |
|                | 15,26 | 21,26 | 21,33 |
|                | 13,57 | 13,25 | 13,01 |
| 1. Kurutma     | 27,28 | 18,01 | 25,88 |
|                | 24,24 | 18,84 | 23,17 |
|                | 23,26 | 26,77 | 26,40 |
|                | 20,83 | 41,87 | 27,73 |
|                | 26,40 | 36,14 | 24,49 |
|                | 25,61 | 28,14 | 22,27 |
| 2. Kurutma     | 34,18 | 26,94 | 23,43 |
|                | 26,84 | 25,74 | 34,51 |
|                | 25,95 | 32,76 | 24,89 |
|                | 22,74 | 35,35 | 29,52 |
|                | 36,10 | 36,68 | 28,87 |
|                | 29,32 | 36,59 | 55,51 |
| Son Ürün       | 24,07 | 40,58 | 47,01 |
|                | 39,51 | 41,90 | 42,16 |
|                | 32,82 | 34,49 | 36,99 |
|                | 28,88 | 24,22 | 37,05 |
|                | 24,47 | 31,78 | 37,47 |
|                | 27,45 | 40,03 | 27,85 |

Çizelge 4.41’de verilen varyans analiz sonuçlarına göre üretim aşaması faktörü sakızımsılık değeri üzerinde çok önemli seviyede etkili olmuştur ( $p<0,01$ ).

**Çizelge 4.41.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen sakızımsılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon kaynağı | SD | KO       | F        |
|-------------------|----|----------|----------|
| Üretim Aşaması    | 4  | 1879,623 | 59,794** |
| Blok              | 2  | 62,467   | 1,987    |
| Hata              | 75 | 31,435   | —        |
| Genel             | 90 | —        | —        |

\*\*p<0,01

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen sakızımsılık değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.42’de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere hammaddede  $9,90 \pm 3,07\text{N}$  olan ortalama sakızımsılık değeri kürlleme aşaması ile 1. ve 2. kurutma aşamaları sonunda önemli seviyede ( $p < 0,05$ ) artış göstermiş, son üründe ise bir miktar daha artarak  $34,37 \pm 7,01\text{N}$  değerine kadar ulaşmıştır. Bu sonuçlara göre pastırma üretiminde sakızımsılık parametresinin kürlleme ve kurutma aşamalarında şekillendiğini, 2. kurutma aşamasından sonra ise stabil bir yapı kazandığını söyleyebilmek mümkündür. Lorenzo (2014) ve Lorenzo and Carballo (2015) kuru kür edilmiş farklı et ürünleri için üretim aşamaları boyunca sakızımsılık değerinin arttığını ve nem içeriği ile  $a_w$  değerinin sakızımsılık parametresi ile negatif bir korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir. Mevcut bu araştırmada kürlleme ve kurutma aşamalarında sakızımsılık değerlerinde meydana gelen artışın nem içeriği ve  $a_w$  değerindeki azalma ile proteinlerdeki destabilizasyondan kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Çizelge 4.42.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen sakızımsılık değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Üretim Aşaması | Sakızımsılık (N)   |
|----------------|--------------------|
| 0.gün          | $9,90 \pm 3,07^a$  |
| Kürlleme       | $16,74 \pm 3,31^b$ |
| 1. Kurutma     | $25,96 \pm 5,64^c$ |
| 2. Kurutma     | $31,44 \pm 7,63^d$ |
| Son Ürün       | $34,37 \pm 7,01^d$ |

<sup>a-e</sup>: Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ( $p < 0,05$ ).

±: standart sapma

#### 4.3.1.f. Çiğnenebilirlik

En önemli tekstürel parametrelerden biri olan çiğnenebilirlik, bir örneğin çiğnenmesi için harcanan enerji olarak tanımlanabilmektedir (Bourne 1978). Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen çiğnenebilirlik değerleri (mJ) Çizelge 4.43’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre çiğnenebilirlik değeri başlangıç aşamasında 11,70-81,60mJ arasında iken, kürlleme sonunda 42,50-264,70mJ, 1. kurutma sonunda 87,00-215,60mJ, 2. kurutma sonunda 107,40-248,70mJ ve son üründe 98,50-301,30mJ arasında değişen değerlere kadar yükselmiştir. Pastırma üzerine yapılan diğer bazı araştırmalarda son üründe daha düşük çiğnenebilirlik değerleri elde edildiği rapor edilmiştir (Akköse *et al.* 2018; Hastaoğlu and Vural 2018). Andronikov *et al.* (2013) ise kuru kür edilmiş ham için 35-110N arasında değişen çiğnenebilirlik değerleri tespit etmişlerdir.

**Çizelge 4.43.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen çiğnenebilirlik değerleri (mJ)

| Üretim Aşaması | Blok   |        |        |
|----------------|--------|--------|--------|
|                | 1      | 2      | 3      |
| 0. Gün         | 36,10  | 34,70  | 81,60  |
|                | 56,30  | 34,80  | 11,90  |
|                | 55,50  | 18,70  | 42,30  |
|                | 37,30  | 31,60  | 11,70  |
|                | 42,10  | 39,80  | 11,90  |
|                | 37,30  | 29,30  | 68,80  |
| Kürleme        | 225,40 | 63,10  | 70,20  |
|                | 72,50  | 264,70 | 64,90  |
|                | 58,70  | 45,60  | 49,30  |
|                | 51,70  | 90,30  | 63,00  |
|                | 197,40 | 236,80 | 100,50 |
|                | 54,80  | 49,30  | 42,50  |
| 1. Kurutma     | 104,20 | 87,00  | 140,80 |
|                | 93,30  | 100,10 | 114,90 |
|                | 87,70  | 126,40 | 136,50 |
|                | 90,60  | 215,60 | 133,40 |
|                | 111,40 | 165,90 | 126,10 |
|                | 106,30 | 141,50 | 100,50 |

**Çizelge 4.43.** (devam)

|            |        |        |        |
|------------|--------|--------|--------|
| 2. Kurutma | 176,70 | 136,60 | 118,10 |
|            | 129,90 | 132,00 | 194,60 |
|            | 118,60 | 161,50 | 122,70 |
|            | 107,40 | 175,40 | 125,80 |
|            | 168,20 | 173,90 | 129,60 |
|            | 132,50 | 176,00 | 248,70 |
| Son Ürün   | 98,50  | 202,10 | 301,30 |
|            | 216,90 | 239,70 | 199,80 |
|            | 180,80 | 199,70 | 230,00 |
|            | 150,70 | 126,40 | 191,60 |
|            | 297,10 | 169,70 | 214,30 |
|            | 120,50 | 235,40 | 156,50 |

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen çığnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.44'te gösterilmiştir. Çığnenebilirlik değerleri üzerinde üretim aşaması faktörü çok önemli seviyede etki göstermiştir ( $p<0,01$ ).

**Çizelge 4.44.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen çığnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon kaynağı | SD | KO        | F        |
|-------------------|----|-----------|----------|
| Üretim Aşaması    | 4  | 62699,822 | 28,017** |
| Blok              | 2  | 2013,126  | 0,900    |
| Hata              | 75 | 2237,903  | —        |
| Genel             | 90 | —         | —        |

\*\* $p<0,01$

Çizelge 4.45'te üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen çığnenebilirlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere hammaddede  $37,87\pm 18,94\text{mJ}$  olan ortalama çığnenebilirlik değeri pastırma üretim aşamaları boyunca önemli seviyede artış göstermiş ve son üründe ortalama  $196,17\pm 54,97\text{mJ}$  değerine kadar ulaşmıştır. Akköse *et al.* (2018) farklı pastırma çeşitleri için son üründe  $12,51\text{-}36,89\text{mJ}$  arasında değişen çığnenebilirlik değerleri belirlemişler ve daha düşük  $a_w$  değerine sahip pastırma çeşitleri

için daha düşük çiğnenebilirlik değerleri elde edildiğini rapor etmişlerdir. Kuru kür edilmiş et ürünleri için çiğnenebilirlik değerinin nem içeriği ile proteinlerde meydana gelen değişimlerden etkilenebildiği bildirilmektedir (Monin *et al.* 1997). Serra *et al.* (2005) ise kuru kür edilmiş ham için çiğnenebilirlik parametresi ile nem içeriği ve  $a_w$  değeri arasında negatif bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Mevcut bu araştırmada nem içeriği ve  $a_w$  değerinin üretim aşamaları boyunca azaldığı, et proteinlerinin ise stabilize olduğu gözlenmiştir. Böylece çiğnenebilirlik değerinde meydana gelen artışın nem içeriği ve  $a_w$  değerindeki azalma ile proteinlerde meydana gelen değişimlerin bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Nitekim kuru kür edilmiş çeşitli et ürünlerinde yapılan bazı araştırmalarda da nem içeriği ve  $a_w$  değeri ile çiğnenebilirlik parametresi arasında negatif bir korelasyon olduğu ve özellikle kurutma/olgunlaştırma aşamalarında nem içeriği ve  $a_w$  azaldıkça çiğnenebilirlik değerinin arttığı bildirilmiştir (Molinero *et al.* 2008; Lorenzo 2014; Lorenzo and Carballo 2015).

**Çizelge 4.45.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen çiğnenebilirlik (mJ) değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Üretim Aşaması | Çiğnenebilirlik (mJ)       |
|----------------|----------------------------|
| 0.gün          | 37,87±18,94 <sup>a</sup>   |
| Kürleme        | 100,04±74,45 <sup>b</sup>  |
| 1. Kurutma     | 121,23±32,24 <sup>bc</sup> |
| 2. Kurutma     | 151,57±35,59 <sup>c</sup>  |
| Son Ürün       | 196,17±54,97 <sup>d</sup>  |

<sup>a-e</sup>: Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ( $p<0,05$ ).

±: standart sapma

#### 4.3.1.g. Esneklik

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen esneklik değerleri Çizelge 4.46'da verilmiştir. Hammaddede 0,12-0,26 arasında olan esneklik değerinin, kürleme aşaması sonunda 0,12-0,32, 1. kurutma sonunda 0,14-0,23, 2. kurutma sonunda 0,14-0,27 ve son üründe ise 0,11-0,19 arasında bulunduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.46.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen esneklik değerleri

| Üretim Aşaması | Blok |      |      |
|----------------|------|------|------|
|                | 1    | 2    | 3    |
| 0. Gün         | 0,12 | 0,21 | 0,12 |
|                | 0,22 | 0,17 | 0,12 |
|                | 0,18 | 0,23 | 0,16 |
|                | 0,13 | 0,15 | 0,18 |
|                | 0,25 | 0,20 | 0,12 |
|                | 0,13 | 0,26 | 0,18 |
| Kürleme        | 0,32 | 0,14 | 0,14 |
|                | 0,16 | 0,17 | 0,20 |
|                | 0,16 | 0,15 | 0,19 |
|                | 0,12 | 0,14 | 0,22 |
|                | 0,21 | 0,22 | 0,18 |
|                | 0,14 | 0,13 | 0,18 |
| 1. Kurutma     | 0,17 | 0,15 | 0,17 |
|                | 0,15 | 0,16 | 0,14 |
|                | 0,19 | 0,16 | 0,14 |
|                | 0,15 | 0,20 | 0,17 |
|                | 0,17 | 0,20 | 0,16 |
|                | 0,14 | 0,23 | 0,14 |
| 2. Kurutma     | 0,22 | 0,15 | 0,15 |
|                | 0,15 | 0,15 | 0,21 |
|                | 0,17 | 0,16 | 0,20 |
|                | 0,14 | 0,19 | 0,18 |
|                | 0,21 | 0,21 | 0,19 |
|                | 0,19 | 0,17 | 0,27 |
| Son Ürün       | 0,11 | 0,13 | 0,18 |
|                | 0,17 | 0,17 | 0,19 |
|                | 0,14 | 0,17 | 0,19 |
|                | 0,14 | 0,13 | 0,14 |
|                | 0,14 | 0,16 | 0,17 |
|                | 0,12 | 0,18 | 0,16 |

Çizelge 4.47’de üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen esneklik değerlerine ait varyans analizi sonuçları gösterilmiştir. Sonuçlara bakıldığında esneklik değerleri üzerinde üretim aşaması faktörünün etkili olmadığı görülmektedir( $p>0,05$ ).

**Çizelge 4.47.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen esneklik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon kaynağı | SD | KO    | F     |
|-------------------|----|-------|-------|
| Üretim Aşaması    | 4  | 0,002 | 1,749 |
| Blok              | 2  | 0,000 | 0,359 |
| Hata              | 75 | 0,001 | —     |
| Genel             | 90 | —     | —     |

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen esneklik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.48’de verilmiştir. Esneklik parametresine ait ortalama değerlerin pastırma üretim aşamaları boyunca önemli seviyede değişiklik göstermediği tespit edilmiştir ( $p>0,05$ ). Andronikov *et al.* (2013) tarafından yapılan bir araştırmada kuru kür edilmiş ham için son üründe 0,15-0,22 arasında değişen ortalama esneklik değerleri elde edildiği bildirilmiştir. Araştırmacılar normal tuzlu olanlara göre düşük tuzlu örneklerde daha düşük esneklik değerleri tespit etmişlerdir. Ayrıca üretimde kullanılan farklı kaslar için de farklı esneklik değerlerinin belirlendiği rapor edilmiştir.

**Çizelge 4.48.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen esneklik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Üretim Aşaması | Esneklik               |
|----------------|------------------------|
| 0.gün          | 0,17±0,46 <sup>a</sup> |
| Kürleme        | 0,18±0,47 <sup>a</sup> |
| 1. Kurutma     | 0,17±0,25 <sup>a</sup> |
| 2. Kurutma     | 0,18±0,33 <sup>a</sup> |
| Son Ürün       | 0,15±0,24 <sup>a</sup> |

<sup>a-e</sup>: Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ( $p<0,05$ ).

±: standart sapma

#### 4.3.2. Warner-Bratzler kesme kuvveti

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen WB kesme kuvveti değerleri Çizelge 4.49’da verilmiştir. Hammaddede 55,80-84,39N arasında bulunan ortalama WB kesme kuvveti değerlerinin, kürlleme aşaması sonunda 50,01-92,04N, 1. kurutma sonunda 64,87-119,89N, 2. kurutma sonunda 61,10-125,28N ve son üründe ise 110,42-162,69N arasında değişen değerlere kadar yükseldiği görülmektedir.

**Çizelge 4.49.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen WB kesme kuvveti değerleri (N)

| Üretim Aşaması | Blok   |        |        |
|----------------|--------|--------|--------|
|                | 1      | 2      | 3      |
| 0. Gün         | 84,39  | 59,23  | 68,89  |
|                | 64,23  | 55,80  | 72,08  |
|                | 73,80  | 61,63  | 62,03  |
| Kürleme        | 78,45  | 87,48  | 60,26  |
|                | 92,04  | 50,01  | 60,16  |
|                | 60,51  | 58,50  | 58,89  |
| 1. Kurutma     | 91,64  | 70,90  | 64,87  |
|                | 108,80 | 86,64  | 80,02  |
|                | 119,89 | 83,11  | 67,76  |
| 2. Kurutma     | 109,88 | 61,10  | 82,28  |
|                | 125,28 | 61,83  | 82,13  |
|                | 104,34 | 63,60  | 86,59  |
| Son Ürün       | 140,48 | 110,42 | 128,17 |
|                | 128,12 | 117,97 | 118,37 |
|                | 162,69 | 116,99 | 128,91 |

Çizelge 4.50’de üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen WB kesme kuvveti değerlerine ait varyans analiz sonuçları görülmektedir. WB kesme kuvveti değerleri üzerinde üretim aşaması faktörünün çok önemli seviyede etki gösterdiği tespit edilmiştir ( $p<0,01$ ). Bloklar arasındaki farklılığın hammaddelerin farklı karkaslardan alınmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Çizelge 4.50.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen WB kesme kuvveti değerlerine ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon kaynağı  | SD | KO      | F        |
|--------------------|----|---------|----------|
| Üretim Aşaması(ÜA) | 4  | 5564,58 | 52,399** |
| Blok(B)            | 2  | 2996,49 | 28,216** |
| Hata               | 30 | 106,196 | —        |
| Genel              | 45 | —       | —        |

\*\*p<0,01

Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen WB kesme kuvveti değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.51’te verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında WB kesme kuvvetinin 1. kurutma sonunda ve son üründe önemli seviyede artış gösterdiği ( $p<0,05$ ), kürlleme ve 2. kurutma sonunda ise önemli seviyede değişmediği görülmektedir ( $p>0,05$ ). Bu durumun daha uzun süreli gerçekleştirilen 1. kurutma ile son kurutma aşamalarındaki nem kaybından kaynaklandığı düşünülmektedir. Özellikle son üründe WB kesme kuvvetinde meydana gelen yüksek orandaki artışın pastırmanın tekstürel kalitesini büyük oranda etkileyeceğini söyleyebilmek mümkündür. Ren *et al.* (2015) tarafından yapılan bir araştırmada farklı tür hayvan etlerinden üretilen pastırmalarda WB kesme kuvveti belirlenmiş ve sığır eti ile at etinden üretilen pastırmalarda daha yüksek değerlerin elde edildiği bildirilmiştir. Lorenzo (2014) ve Lorenzo and Carballo (2015) kuru kür edilmiş at etinden üretilen farklı et ürünleri için WB kesme kuvvetinin üretim esnasında artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Olmo *et al.* (2016) ise kuru kür edilmiş ham için olgunlaştırma aşaması boyunca WB kesme kuvvetinin artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

**Çizelge 4.51.** Üretim aşamaları boyunca pastırma örneklerinde belirlenen WB kesme kuvveti değerlerine (N) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Üretim Aşaması | WB kesme kuvveti (N)      |
|----------------|---------------------------|
| 0.gün          | 66,90±8,84 <sup>a</sup>   |
| Kürleme        | 67,37±14,74 <sup>a</sup>  |
| 1. Kurutma     | 85,96±18,55 <sup>b</sup>  |
| 2. Kurutma     | 86,34±22,87 <sup>b</sup>  |
| Son Ürün       | 128,01±15,75 <sup>c</sup> |

<sup>a-e</sup>: Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ( $p<0,05$ ).

±: standart sapma

## 5. SONUÇ

Araştırma, pastırma üretiminde bazı fizikokimyasal, termal ve tekstürel özelliklerdeki değişimlerin belirlenmesi amacıyla kurulmuş ve yürütülmüştür. Üç farklı sığır karkasından elde edilen *M. Longissimus dorsi et lumbarum* kasları kullanılarak pastırma üretimi gerçekleştirilmiş ve üretimin belirli aşamalarında (hammadde, kürlleme, 1. kurutma, 2. kurutma ve son ürün) alınan örneklerde fizikokimyasal (pH, nem,  $a_w$ , renk, tuz, TBARS, kalıntı nitrit, serbest yağ asidi), termal (DSC) ve tekstürel (TPA ve WB kesme kuvveti) analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilere istatistiki analiz uygulanmış ve aşağıda verilen genel sonuç ve önerilere ulaşılmıştır.

1. Kürlleme aşaması sonunda önemli seviyede azalan pH değerinin, 1. ve 2. kurutma aşamaları sonunda önemli seviyede arttığı, son üründe ise bir miktar daha artarak  $5,73 \pm 0,04$  değerine ulaştığı belirlenmiştir.
2. Pastırma örneklerinde belirlenen % nem içeriği değerleri tüm üretim aşamaları boyunca önemli seviyede azalmış ve son üründe ortalama  $49,94 \pm 0,46$  olarak belirlenmiştir. Nem içeriğinin en fazla kürlleme ve 1. kurutma aşamaları sonunda azaldığı tespit edilmiştir.
3. Pastırmaların  $a_w$  değeri tüm üretim aşamaları sonunda önemli seviyede azalmıştır.  $a_w$  değerindeki azalma kürlleme ve 1. kurutma aşamaları sonunda daha yüksek, 2. kurutma sonunda ve son üründe ise daha düşük bir oranda gerçekleşmiştir. Böylece pastırma üretiminde ürün stabilitesi açısından kürlleme ve 1. kurutma aşamalarının önemli bir rol üstlendiğini, diğer yandan tüm aşamalar boyunca ürün stabilitesinde genel anlamda bir artış olduğunu söyleyebilmek mümkündür.
4. TBARS değeri, pastırma üretim aşamaları boyunca önemli seviyede artış göstermiş ve son üründe ortalama  $26,80 \pm 2,14 \mu\text{mol MDA/kg}$  değerine kadar ulaşmıştır. Bu durum pastırma üretimi boyunca lipid oksidasyonunun devam ettiğini göstermektedir.
5. Kalıntı nitrit miktarının hammaddeye göre kürlleme aşaması sonunda önemli seviyede artış gösterdiği, fakat daha sonraki aşamalarda önemli seviyede azalarak son üründe 10ppm'in altına düştüğü belirlenmiştir.

6. Kürleme aşaması sonunda örneklerin tuz içeriği beklenildiği üzere önemli seviyede artmıştır. Kurutma aşamalarında ise et örneklerindeki nem miktarının azalmasına bağlı olarak tuz içeriğinde oransal manada önemli seviyede artış meydana geldiği gözlenmiştir. Son üründe ise tuz miktarında bir azalma olduğu görülmüştür. Bu durumun çemen hamuru ile et arasındaki nem-tuz dengesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

7. Serbest yağ asidi miktarının 1. kurutma sonunda ve son üründe önemli seviyede artış gösterdiği, diğer yandan kürleme ve 2. kurutma aşamaları sonunda ise önemli seviyede değişmediği tespit edilmiştir.

8. Dış renk için  $L^*$  ve  $a^*$  değerinin 1. kurutma sonuna kadar önemli seviyede azaldığı, ardından  $L^*$  değerinin son üründe,  $a^*$  değerinin ise 2. kurutma sonunda önemli seviyede arttığı tespit edilmiştir. Diğer yandan  $b^*$  değerinin 1. kurutma sonunda önemli seviyede azaldıktan sonra son üründe önemli seviyede arttığı saptanmıştır.

9. İç renk için  $L^*$  ve  $a^*$  değerinin 2. kurutma,  $b^*$  değerinin ise 1. kurutma sonuna kadar önemli seviyede azaldığı, daha sonra ise değişmediği belirlenmiştir. Bu durum iç renk özelliklerinin kürleme ve kurutma aşamalarında şekillendiğini, bununla birlikte kurutma aşamalarından sonra stabil bir yapı kazandığını göstermektedir.

10. DSC ile yapılan termal analizler neticesinde hammaddede üç farklı endotermik pik bölgesi belirlenmiş ve bu piklerin sırasıyla miyosin, sarkoplazmik proteinler ile kolajen ve aktin denatürasyonu ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte kürleme aşamasından sonra sarkoplazmik proteinler ile kolajen için, 1. kurutma aşamasından sonra ise miyosin için DSC termogramlarında artık herhangi bir pik gözlenmemiştir. Aktin için ise tüm üretim aşamaları sonunda termal denatürasyon piki elde edilmiştir.

11. Hammaddede miyosin için belirlenen pik sıcaklıkları ile entalpi değerinin kürleme aşaması sonunda önemli seviyede azaldığı tespit edilmiştir. Aktin için ise kürleme aşaması sonunda önemli seviyede azalan pik sıcaklıklarının son aşamada artış gösterdiği saptanmıştır. Bu sonuçlara göre pastırma üretimi esnasında özellikle kürleme aşamasının miyofibriler proteinlerin destabilizasyonu üzerinde kilit bir rol üstlendiğini söyleyebilmek mümkündür.

12. TPA ile belirlenen sertlik değerinin, kürleme ve 1. kurutma aşamaları ile son üründe önemli seviyede artış gösterdiği tespit edilmiştir. Sertlik değeri 2. kurutma aşaması sonunda da artmış, fakat bu artış önemli seviyede gerçekleşmemiştir. Pastırma üretim

aşamaları boyunca sertlik değerinde meydana gelen artışın nem içeriği ve  $a_w$  değerindeki azalma ile proteinlerde meydana gelen değişimlerin bir sonucu olduğu kanaatine varılmıştır.

13. Kürleme aşaması sonunda önemli seviyede artan yapışkanlık değerinin daha sonraki aşamalarda gittikçe azalarak son üründe ortalama  $0,88 \pm 0,49$  değerine düştüğü, kohesivlik değerinin ise kürleme aşaması ile 1. ve 2. kurutma aşamaları sonunda önemli seviyede arttıktan sonra son üründe azalarak  $0,47 \pm 0,05$  değerine ulaştığı belirlenmiştir. Diğer yandan elastikiyet değeri kürleme aşaması sonunda artmış, 1. kurutma sonunda azalmış, son üründe ise yeniden artış göstermiştir. Bu tekstürel parametrelerin şekillenmesinde kürleme esnasında proteinlerde meydana gelen değişimlerin, kurutma esnasındaki nem kaybının ve son üründe çemen hamuru ile et arasında oluşan nem-tuz dengesinin etkili olduğu düşünülmektedir.

14. Sakızimsılık değeri kürleme aşaması ile 1. ve 2. kurutma aşamaları sonunda önemli seviyede artmış, son üründe ise bir miktar daha artarak ortalama  $34,37 \pm 7,01N$  değerine ulaşmıştır. Böylece sakızimsılık parametresinin esasen pastırma üretiminin kürleme ve kurutma aşamalarında şekillendiğini, 2. kurutma aşamasından sonra ise stabil bir yapı kazandığını söyleyebilmek mümkündür.

15. Çiğnenebilirlik değeri pastırma üretim aşamaları boyunca önemli seviyede artış göstermiş ve son üründe ortalama  $196,17 \pm 54,97mJ$  değerine ulaşmıştır. Çiğnenebilirlik değerinde meydana gelen artışın nem içeriği ve  $a_w$  değerindeki azalma ile proteinlerde meydana gelen değişimlerin bir sonucu olduğu kanaatine varılmıştır.

16. WB kesme kuvvetinin 1. kurutma sonunda ve son üründe önemli seviyede artış gösterdiği, kürleme ve 2. kurutma sonunda ise önemli seviyede değişmediği belirlenmiştir.

Sonuç olarak; pastırma üretim aşamaları boyunca fizikokimyasal ve tekstürel özelliklerde önemli değişimlerin meydana geldiği, bu değişimlerin standart ve kaliteli pastırma üretiminin gerçekleştirilmesinde dikkate alınması gereken önemli bulgular içerdiği, tekstürel parametreler açısından özellikle kürleme ve 1. kurutma aşamalarının büyük bir öneme sahip olduğu ve üretim esnasında ürünün fizikokimyasal özelliklerinde meydana gelen bazı değişimlerin tekstürel parametreler ile ilişkili olduğu kanaatine varılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Akköse, A., 2017. Effect of freezing/thawing process on salting kinetics and thermal properties of beef. *CyTA- Journal of Food*, 15:3,418-424.
- Akköse, A., Aktaş, N., 2014. Curing and diffusion coefficient study in pastırma, a Turkish traditional meat product. *Meat Science*, 96, 311-314.
- Akköse, A., Kaban, G., Karaoğlu, M.M. and Kaya, M., 2018. Characteritics of Pastırma Types Produced from Water Buffalo Meat. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.* 24(2): 179-185, 2018.
- Akköse, A., Ünal, N., Yalınkılıç, B., Kaban, G., and Kaya, M., 2017. Volatile compounds and some physico-chemical properties of pastırma produced with different nitrate levels. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30(8): 1168-1174.
- Aksu, M.I., Kaya, M. and Ockerman H.W. 2005. Effect of Modified Atmosphere Packaging, Storage Period, and Storage Temperature on the Residual Nitrate of Sliced Pastırma, Dry Meat Product, Produced from Fresh Meat and Frozen/Thawed Meat. *Food Chemistry*, 93, 237-242.
- Aksu, M.İ., Kaya, M., 2001a. Erzurum piyasasında tüketime sunulan pastırmaların bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Türk J Vet.an,m sci*, 25, 319-326.
- Aksu, M.İ. ve Kaya, M., 2001b. Pastırma üretiminde starter kültür kullanımının son ürün özellikleri üzerine etkisi. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 25 (6), 847-854.
- Aksu, M.İ. ve Kaya, M., 2002a. Potasyum nitrat ve starter kültür kullanılarak üretilen pastırmaların bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 26 (1), 125-132.
- Aksu, M.İ. ve Kaya, M., 2002b. Farklı kürlleme yöntemleri ve starter kültür kullanılarak pastırma üretimi. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 26 (4), 909-916.
- Aksu, M.İ., Erdemir, E., Çakıcı, N., 2016. Changes in the Physico-chemical and Microbial quality during the production of pastırma cured with different levels of sodium nitrite. *Korean journal food sci. An. Vol.36, No.5*, 617-625.
- Aktaş, N., Aksu M.İ. and Kaya, M., 2005. Changes in myofibrillar proteins during processing of pastırma (Turkish dry meat product) produced with commercial starter cultures. *Food Chemistry*, 90, 649-654.
- Andres, A.I., Cava, R., Ventanas, J., Thovar, V. and Ruiz, J. 2004. Sensory characteristics of Iberian ham: Influence of salt content and processing conditions. *Meat Science*, Vol. 68, pp. 45–51.
- Andronikov, D., Gasperlin, L., Polak, T. and Zlender, B., 2013. Texture and Quality Parameters of Slovenian Dry-Cured Ham Kraski prsut According to Mass and Salt Levels. *Food Technol. Biotechnol.*, 51(1) 112-122.
- Anonim, 1991. Pastırma Yapım Kuralları. TS 9268. TSE. Ankara.
- Anonim, 2002. Türk Standartları Enstitüsü. Pastırma, TS. 1071. TSE. Ankara.
- Anonim, 2012. Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği. Sayı:28488. Ankara.

- Armenteros, M., Aristoy M.C., Toldrá, F., 2012. Evolution of nitrate and nitrite during the processing of dry-cured ham with partial replacement of NaCl by other chloride salts. *Meat Science*, 91, 378–381.
- Bekhit, AEA, Carne, A., Ha, M., Franks, P., 2014. Physical interventions to manipulate texture and tenderness of fresh meat: A review. *Int J Food Prop.* 17(2): 433-453.
- Bourne MC., 1978. Texture profile analysis. *Food Technol*, 32, 62-66.
- Chen, L., Opara, UL., 2013. Approaches to analsis and modeling texture in fresh and processed foods- A review. *Journal of Food Engineering*, 119(1), 497-507.
- Cornforth, D. P. and Jayasingh, P., 2004. Colour and pigment. In *Encyclopedia of Meat Sciences*. W. K. Jensen, C. Devine, and M. Dikeman, ed. Elsevier Ltd., Oxford, UK.
- Costa-Corredor,A.,Serra,X.,Amau,J.,Gou,P.,2009. Reduction of NaCl content in restructured dry-cured hams: Post-resting temperature and drying level effects on physicochemical and sensory parameters.*Meat science*,83,390-397.
- Çakıcı, N., Aksu, M.I. and Erdemir, E., 2015. A Survey of the Physico-chemical and Microbiological Quality of Different Pastırma Types: A Dry-Cured Meat Product. *Cyta-Journal of Food*, 13, 196-203.
- Doğruer, Y., Güner, A., Gürbüz, Ü., Uçar G., 2003. Sodyum ve Potasyum Nitratin üretim Periyodu Süresince Pastırmanın Kalitesine Etkisi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27, 805-811.
- Gou, P., Comaposada, J., Arnau, J., 2002. Meat pH and Meat Fibre Direction Effects on Moisture Diffusivity in Salted Ham Muscles Dried at 50C. *Meat Science*, 61, 25-31.
- Gök, V., Obuz, E. and Akkaya, L., 2008. Effects of Packaging Method and Storage Time on the Chemical, Microbiological and Sensory Properties of Turkish Pastırma—a Dry Cured Beef Product. *Meat Science*, 80, 335-344.
- Gökalp, H.Y. Kaya, M. ve Zorba, Ö., 2010a. Et ürünleri işleme mühendisliği. Atatürk Üniversitesi Yayınları, 4. Baskı, Atatürk Üniversitesi Yayınları Yayın No: 786, Ziraat Fakültesi Yayın No: 320. Atatürk Üniviversitesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Zorba, Ö., Tülek, Y., 2010. Et ve et ürünlerinde kalite kontrolü ve labaratuvar uygulama klavuzu. Atatürk Üniversitesi yayın no:751, Ziraat Fakültesi yayın no:318, Ders kitapları serisi no:69, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Zorba, Ö., 2012. Et ürünleri işleme mühendisliği. Atatürk Üniversitesi yayın no:786, Ziraat Fakültesi yayın no: 320, Ders kitapları serisi No:70, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum.
- Graiver, N., Pinotti, A., Califano, A., Zaritzky, N., 2006. Diffusion of Sodium Chloride in Pork Tissue. *Journal of Food Engineering*, 77, 910-918.
- Guardia, M.D., Guerrero, L., Gelabert, J., Gou, P. and Arnau, J. 2006. Consumer attitude towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sausages with reduced sodium content. *Meat Science*, Vol.73, pp. 484–490.
- Hastaoğlu, E., 2011. Potasyum klorür kullanımının pastırmanın bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Hastaoğlu, E. and Vural, H., 2018. New Approaches to Production of Turkish-type Dry-cured Meat Product "Pastırma": Salt Reduction and Different Drying

- Techniques. Korean Journal for Food Science of Animal Resorurces, 38(2): 224-239.
- Hazar, F.Y.,2014. Pastırma Üretiminde Biyojen Amin Oluşumu ve Bazı Kalitatif Özellikler Üzerine Farklı Proses Şartlarının Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Hernandez, J.A., Pavon, G., Garcia, M.A., 2000. Analytical Solution of Mass Transfer Equation Considering Shrinkage for Modeling Food-Drying Kinetics. Journal of Food Engineering, 45: 1-10.
- Huang, T.C., W.K. Nip, 2001. Intermediate-Moisture Meat and Dehydrated Meat. In: Meat Science and Applications, Hui, Y.H., W.K. Nip, R.W. Rogers and O.A. Young (Eds.). Marcel Dekker Inc., New York, ISBN: 9780824705480, pp: 403-418.
- Jin, G., Zhang, J., Yu, X., Zhang, Y., Lie, Y. and Wang, J., 2010. Lipolysis and Lipid Oxidation in Bacon During Curing and Drying–Ripening. Food Chemistry 123, 465–471.
- Kaban, G., 2009. Changes in the Composition of Volatile Compounds and in Microbiological and Physicochemical Parameters During Pastırma Processing. Meat Science, 82, 17–23.
- Kaban, G., 2013. Sucuk and pastırma: Microbiological changes and formation of volatile compounds. Meat Science, 95, 912–918.
- Kaya, M., Kaban, G., 2010. Fermente et ürünleri. Gıda Biyoteknolojisi. Editör Necla ARAN, ss. 157-190, Nobel Yayıncılık, İstanbul.
- Lemon, D.W., 1975. An Improved TBA Test for Rancidity New Series Circular. No:51. Halifax-Laboratory, Halifax, Nova Scotia.
- Lewicki, P.P., 2006. Design of Hot Air Drying for Better Foods. Trends in Food Science and Technology, 17, 153-163.
- Lorenzo, J.M., 2014. Changes on physico-chemical, textural, lipolysis and volatile compounds during the manufacture of dry-cured foal ‘cecina’. Meat Science, 96, 256-263.
- Lorenzo, J.M., Bermudez, R., Dominguez, R., Guiotto, A., Franco, D. and Purrinos, L., 2015. Physicochemical and microbial changes during the manufacturing process of dry-cured lacon salted with potassium, calcium and magnesium chloride as a partial replacement for sodium chloride. Food Control, 50, 763-769.
- Lorenzo, J.M., Carballo, J., 2015. Changes in physico-chemical properties and volatile compounds throughout the manufacturing process of dry-cured foal loin. Meat science, 99, 44-51.
- Mayor, L., Sereno, A.M., 2004. Modeling Shrinkage During Connective Drying of Food Materials: A Review. Journal of Food Engineering, 61: 373-386.
- Molinera, C., Martinez, B., Rubio, B., Rovira, J. and Jaime, I.,2008. The effects of extended curing on the microbiological, Physicochemical and sensorial characteristic of *Cecina de Leon*. Meat Science, 80,370-379.
- Monin, G., Marinova, P., Talmant, A., Martin, J.F., Cornet, M., Lanore,D. and Grasso, F.,1997. Chemical and Structural Changes in Dry-cured Hams (Bayonne Hams) during Processing and Effects of the Dehairing Technique. Meat Science, 47, 29-47.
- Morales, R., Guerrero, L., Serra, X., Gou, P., 2007. Instrumental evaluation of defective texture in dry-cured hams. Meat Science, 76, 536-542.

- Nizamlioğlu, M., Doğruer, Y., Gürbüz, Ü., Kayaardı, S., 1998. Çeşitli çemen karışımlarının pastırma kalitesine etkisi I: kimyasal ve duyuşsal nitelikler. Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences, 22, 299-308.
- Olmo, A., Calzada, J., Nunez, M., 2016. Lipolysis, lipid peroxidation and texture of serrano ham processed under different ripening temperature conditions. International Journal of food science and technology, 51, 1793-1800.
- Öztañ, A., 1999, Et Bilimi ve Teknolojisi. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tesisleri, Yayın no:19, Ankara.
- Öztañ, A., 2005. Et bilimi ve teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları Kitaplar Serisi, Yayın No:1, (Genişletilmiş 4. Baskı), Filiz Matbaacılık ve Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi, Ankara.
- Öztañ, A., Vural, H. ve Helvacı, R., 1991. Sosis üretiminde nitrozomiyoglobin ve kalıntı nitrit miktarını etkileyen faktörler. Gıda, 16(2), 117-121.
- Parthasarathy D.K., Bryan N.S., 2012. Sodium nitrite: The “cure” for nitric oxide insufficiency. Meat Science, 92, 274–279.
- Pighin, D.G., Sancho, A.M. and Ganzalez, C.B., 2008. Effect of salt addition on the thermal behavior of proteins of bovine meat from Argentina. Meat Science, 79, 549-556.
- Purriños, L., Franco, D., Carballo, J., Lorenzo, J.M., 2012. Influence of the salting time on volatile compounds during the manufacture of dry-cured pork shoulder “locón”. Meat Science, 92, 627-634.
- Ren, W., Bekhit, A., Li, F., Yang, H., Jiang, X., Zhang, W. and Kong L., 2015. Physicochemical properties of pastırma from horse meat, beef, mutton and pork. Journal of Food Quality, 1745-4557.
- Rosello, C., Canellas, J., Simal, S. and Berna, A., 1992. Simple Mathematical Model to Predict the Drying Rates of Potatoes. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40: 2374-2378.
- Serra, X., Ruiz-Ramirez, J., Arnau, J. and Gou, P., 2005. Texture parameters of dry-cured ham *M. Biceps femoris* samples dried at different levels as a function of water activity and water content. Meat Science, 69, 249-254.
- Simal, S., Femenia, A., Garcia-Pascual, P., Rosello, C., 2003. Simulation of the Drying Curves of a Meat-Based Product: Effect of the External Resistance to Mass Transfer. Journal of Food Engineering, 58: 193-199.
- Soyer, A., Uğuz, Ş. and Dalmış Ü., 2011. Proteolytic Changes during Processing in Turkish Dry-Cured Meat Product (Pastırma) with Different Salt Levels. Journal of Food Quality, 34, 212–2019.
- Tauchman, F., 1987. Methoden der chemischen Analytik von Fleisch und Fleischwaren. Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, DE. 80.
- Tekinşen, O.C. ve Doğruer, Y., 2000. Her Yönüyle Pastırma. Selçuk Üniversitesi Basımevi, 124 s, Konya.
- Thorarinsdottir, K. A., Arason, S., Geirsdottir, M., Bogason, S.G., Kristbergson, K., 2002. Changes in myofibrillar proteins during processing of salted cod (*Gadus morhua*) as determined by electrophoresis and differential scanning calorimetry. Food Chemistry, 77, 377-385.
- Toldrá F, Reig, M., 2007. Chemical Origin Toxic Compounds. In: Handbook of Fermented Meat and Poultry. Ed Fidel Toldrá, pp. 469-476, Blackwell Publishing Professional, USA.

- Toldra, F. 2006. The role of muscle enzymes in dry-cured meat products with different drying conditions. *Trends in Food Science and Technology*, Vol.17, pp. 164–168.
- Toledo, R.T., 2007. Dehydration. *Fundamentals of Food Process Engineering*, 3rd ed., Ed: Toledo, R.T. Springer Science+Business Media, LLC, 233 Spring Street, New York, NY 10013, USA, 431-473.
- Uğuz, Ş., Soyer, A. and Dalmış, Ü., 2011. Effects of different salt contents on some quality characteristics during processing of dry-cured Turkish pastırma. *Journal of Food Quality*, 34, 204-211.
- Wang, F., 2001. Lipolytic and proteolytic properties of dry-cured boneless hams ripened in modified atmospheres. *Meat Science*, 59, 15-22.
- Wirth, F., 1986. Curing colour formation and color retention in frankfurter-type sausages. *Fleischwirtschaft*, 66, 354-358.
- Xu, W., Xu, X., Zhou, G., Wang, D. and Li. C., 2008. Changes of Intramuscular Phospholipids and Free Fatty Acids During the Processing of Nanjing Dry-Cured Duck. *Food Chemistry*, 110, 279–284.
- Zhou, G.H. and Zhao, G.M., 2007. Biochemical Changes During Processing of Traditional Jinhua Ham. *Meat Science*, 77, 114-120.

## ÖZGEÇMİŞ

Erzurum’da 1993 yılında doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzurum’da tamamladı. 2011 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümüne başladı. Haziran 2015’de mezun oldu ve aynı yıl Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisansa başladı.

