

**FARKLI NİTRAT SEVİYELERİNİN PASTIRMANIN  
UÇUCU BİLEŞİKLERİ VE DİĞER BAZI  
ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

**Nazen ÜNAL**

**Yüksek Lisans Tezi  
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı  
Doç. Dr. Güzin KABAN  
2013  
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**FARKLI NİTRAT SEVİYELERİNİN PASTIRMANIN UÇUCU  
BİLEŞİKLERİ VE DİĞER BAZI ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

**Nazen ÜNAL**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**ERZURUM  
2013**

**Her hakkı saklıdır**



T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

FARKLI NİTRAT SEVİYELERİNİN PASTIRMANIN UÇUCU BİLEŞİKLERİ VE  
DİĞER BAZI ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Doç. Dr. Güzin KABAN danışmanlığında, Nazen ÜNAL tarafından hazırlanan bu çalışma 03/12/2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof.Dr. Mükerrerem KAYA

İmza :

Üye : Prof.Dr. Hasan SEÇEN

İmza :

Üye : Doç.Dr. Güzin KABAN

İmza :

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU  
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

### FARKLI NİTRAT SEVİYELERİNİN PASTIRMANIN UÇUCU BİLEŞİKLERİ VE DİĞER BAZI ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Nazen ÜNAL

Atatürk Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Güzin KABAN

Araştırmada, farklı seviyelerde nitrat (150, 300, 450 ve 600 ppm,  $KNO_3$ ) kullanımının pastırmanın uçucu bileşikleri ve diğer bazı özelliklerine etkileri incelenmiştir. Pastırma üretimi kontrollü şartlar altında gerçekleştirilmiştir. Üretimden sonra son üründe uçucu bileşik, duyuşal değerlendirme, pH,  $a_w$ , TBARS, protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı, renk ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ) ve kalıntı nitrit analizleri yapılmıştır. Varyans analiz sonuçlarına göre nitrat seviyesi pH üzerinde önemli ( $P<0,05$ ), TBARS üzerinde ise çok önemli ( $P<0,01$ ) etkisi olmuştur. Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma grupları arasında  $a_w$ , protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı, renk ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ), kalıntı nitrit ve duyuşal parametreler açısından önemli farklılıklar belirlenememiştir. Pastırma örneklerinde alifatik hidrokarbonlar, sülfürlü bileşikler, aromatik hidrokarbonlar, aldehytler, terpenler, ketonlar, esterler, furanlar, asitler, alkoller ve nitrojenli bileşikler olmak üzere toplam 46 uçucu bileşik belirlenmiştir. Nitrat seviyesi bazı bileşikler üzerinde önemli ( $P<0,05$ ) veya çok önemli ( $P<0,01$ ) derecede etkili olmuştur. Uçucu bileşik miktarı ve sayısının, 450 ve özellikle 600 ppm nitrat seviyelerinde, 150 ve 300 ppm nitrat seviyelerine göre daha düşük olduğu belirlenmiştir ( $P<0,05$ ).

**2013, 62 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Nitrat, uçucu bileşikler, TBARS, kalıntı nitrit

## ABSTRACT

MS Thesis

### THE EFFECTS OF DIFFERENT NITRATE LEVELS ON VOLATILE COMPOUNDS AND SOME OTHER PROPERTIES OF PASTIRMA

Nazen ÜNAL

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

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Güzin KABAN

In this study, the effects of different nitrate levels (150, 300, 450 and 600 ppm,  $\text{KNO}_3$ ) on the volatile compounds and some other properties of pastirma (Traditional Turkish meat product) were investigated. The production of pastirma was conducted under controlled condition. After the production, volatile compound, sensory evaluation, pH,  $a_w$ , TBARS, non-protein nitrogenous substance content, color ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ) ve residual nitrite and were carried out on final product. According to the results of variance analysis, nitrate level had a significant effect on pH value ( $P<0,05$ ) and very significant effect on TBARS value ( $P<0,01$ ). No significant differences were determined between pastirma groups produced with the use of different nitrate levels in terms of  $a_w$  value, non-protein nitrogenous substance content, color ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ), residual nitrite and sensory parameters. A total 46 volatile compounds were identified in pastirma samples, including aliphatic hydrocarbons, sulfur compounds, aromatic hydrocarbons, aldehydes, terpenes, ketones, esters, furans, acids, alcohols and nitrogen compounds. Nitrate level had a significant ( $P<0,05$ ) or very significant ( $P<0,01$ ) effect on some volatile compounds. It was determined that the amount and count of volatile compounds were lower in the 450 and especially 600 ppm nitrate levels than 150 and 300 ppm nitrate levels ( $P<0,05$ ).

**2013, 62 pages**

**Keywords :** Nitrate, volatile compounds, TBARS, residual nitrite

## TEŞEKKÜR

Her zaman yanımda olan ve bana güvenen, yanımda çalışmaktan onur duyduğum ve mutlu olduğum ayrıca tecrübeleri ve bilgilerinden yararlandığım kıymetli hocam Sayın Doç. Dr. Güzin KABAN'a teşekkür ederim.

Engin bilgi ve tecrübelerini bizlerle paylaşan Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Saygıdeğer Hocam Sayın Prof. Dr. Mükerrerem KAYA'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarım esnasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Arş. Gör. Barış YALINKILIÇ ve yüksek lisans öğrencisi olan çalışma arkadaşlarım Sayın Didar TOMAÇ, Sayın Kübra FETTAHOĞLU, Sayın Kübra ÇINAR ve Sayın Fatma Yağmur HAZAR'a ayrıca hayatımın her aşamasında desteğini esirgemeyen sevgili amcam Sayın Suat ÜNAL'a teşekkürü bir borç bilirim.

Ömrüm boyunca maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan anneme ve babama teşekkür ederim.

Yapmış olduğum bu çalışmayı, sevgili babam Yusuf ÜNAL'a ithaf ediyorum.

Nazen ÜNAL

Aralık 2013

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ.....</b>	<b>9</b>
<b>3. MATERYAL ve METOT.....</b>	<b>16</b>
3.1. Materyal.....	16
3.2. Metot.....	16
3.2.1. Pastırma üretimi.....	16
3.2.2. Analizler.....	18
3.2.2.a. pH değerinin belirlenmesi.....	18
3.2.2.b. $a_w$ değerinin belirlenmesi.....	18
3.2.2.c. Kalıntı nitrit miktarının belirlenmesi.....	19
3.2.2.d. TBARS (Tiyobarbütirik Asit Reaktif Maddeler) değerinin belirlenmesi.....	19
3.2.2.e. Protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarının belirlenmesi.....	19
3.2.2.f. Renk değerlerinin belirlenmesi.....	19
3.2.2.g. Duyusal analiz.....	20
3.2.2.h. Uçucu bileşiklerin belirlenmesi.....	20
3.2.2.1. İstatistiksel analizler.....	21
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....</b>	<b>22</b>
4.1. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.....	22
4.1.1. pH.....	22
4.1.2. Su aktivitesi ( $a_w$ ).....	24
4.1.3. Kalıntı nitrit.....	27
4.1.4. TBARS.....	28
4.1.5. Protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı.....	30
4.1.6. Renk değerleri.....	32

4.1.7. Duyusal analiz sonuçları .....	34
4.1.8. Uçucu bileşikler.....	35
<b>5. SONUÇ .....</b>	<b>51</b>
KAYNAKLAR .....	55
ÖZGEÇMİŞ .....	63

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Santigrat Derece
dak	Dakika
sn	Saniye
g	Gram
kg	Kilogram
KO	Kareler Ortalaması
ppm	Milyonda Kısım
SD	Standart Sapma
µmol	Mikromol

### Kısaltmalar

NPN	Protein tabiatında olmayan azot
TBARS	Tiyobarbütirik asit reaktif substans
SPME	Katı faz mikroekstraksiyon

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 3.1.</b> Pastırma panel formu .....	20
<b>Çizelge 4.1.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların pH değerleri ....	22
<b>Çizelge 4.2.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	23
<b>Çizelge 4.3.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0.05) .....	24
<b>Çizelge 4.4.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların a <sub>w</sub> değerleri .....	25
<b>Çizelge 4.5.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların a <sub>w</sub> değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	26
<b>Çizelge 4.6.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların kalıntı nitrit değerleri (ppm).....	27
<b>Çizelge 4.7.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların kalıntı nitrit değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	28
<b>Çizelge 4.8.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların TBARS değerleri (µmol MDA/kg).....	29
<b>Çizelge 4.9.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları (µmol MDA/kg).....	29
<b>Çizelge 4.10.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0.05) (µmol MDA/kg).....	30
<b>Çizelge 4.11.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların protein tabiatında olmayan azotlu madde içerikleri (g / 100 g).....	31
<b>Çizelge 4.12.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların protein tabiatında olmayan azotlu madde içeriklerine (g / 100 g) ait varyans analiz sonuçları.....	31
<b>Çizelge 4.13.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların kesit yüzey renk değerleri.....	32

<b>Çizelge 4.14.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların kesit yüzey renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	33
<b>Çizelge 4.15.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların duyu analizi sonuçları .....	34
<b>Çizelge 4.16.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların duyu analizi değerlendirmelerine ait varyans analiz sonuçları.....	35
<b>Çizelge 4.17.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların uçucu bileşiklerine ait değerler (Arbitrary Area Units ( $\times 10^{-6}$ )) .....	36
<b>Çizelge 4.18.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen aldehitlere ait varyans analiz sonuçları.....	39
<b>Çizelge 4.19.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların aldehitlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	40
<b>Çizelge 4.20.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen sülfürlü bileşiklere ait varyans analiz sonuçları .....	41
<b>Çizelge 4.21.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların sülfürlü bileşiklere ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ...	41
<b>Çizelge 4.22.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen ketonlara ait varyans analiz sonuçları .....	42
<b>Çizelge 4.23.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen ketonlara ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	42
<b>Çizelge 4.24.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen aromatik hidrokarbonlara ait varyans analiz sonuçları.....	43
<b>Çizelge 4.25.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen aromatik hidrokarbonlara ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	43
<b>Çizelge 4.26.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen alifatik hidrokarbonlara ait varyans analiz sonuçları.....	44
<b>Çizelge 4.27.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen alifatik hidrokarbonlara ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	44
<b>Çizelge 4.28.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen esterlere ait varyans analiz sonuçları .....	45

<b>Çizelge 4.29.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen esterlere ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	46
<b>Çizelge 4.30.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen terpenlere ait varyans analiz sonuçları .....	46
<b>Çizelge 4.31.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen terpenlere ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	47
<b>Çizelge 4.32.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen nitrojenli bileşiklere ait varyans analiz sonuçları .....	47
<b>Çizelge 4.33.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen nitrojenli bileşiklere ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	47
<b>Çizelge 4.34.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen alkollere ait varyans analiz sonuçları .....	48
<b>Çizelge 4.35.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen furanlara ait varyans analiz sonuçları .....	49
<b>Çizelge 4.36.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen furanlara ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	49
<b>Çizelge 4.37.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen asitlere ait varyans analiz sonuçları.....	50
<b>Çizelge 4.38.</b> Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen asitlere ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	50

## 1. GİRİŞ

Temel bir gıda maddesi olan et, insanlığın başlangıcından bu yana gerek besin değeri gerekse lezzeti ile beslenmede önemli bir yere sahip olmuştur (Gürbüz vd 1995; Öztan 2008). Kolay bozulabilen bir gıda olan etin muhafazasında kullanılan en eski yöntemlerden biri tuzlamadır (Cassens 1994; Gürbüz 2004; Öztan 2008). Antik çağdan beri et ve balığın da dahil olduğu pek çok gıda maddesinin muhafazasında tuz kullanılmıştır (Honikel 2007). Tuz, hücre içi suyun uzaklaşmasına neden olmakta ve su aktivitesini düşürerek mikroorganizmaların gelişimini engellemektedir (Honikel 2008; Öztan 2008). Diğer taraftan tuz, yağ ve pigment oksidasyonunu hızlandırmakta (Hernández *et al.* 1999) ve yüksek tuz konsantrasyonlarında kas dokusunun iç kısımlarında arzu edilmeyen bir renk oluşmaktadır (Pegg and Shahidi 2006).

Tuzun ürün rengi üzerine olan olumsuz etkisini kaldırmak ve karakteristik bir lezzet kazandırmak amacıyla kürlenme işlemi uygulanmaktadır (Gökalp vd 1994; Doğruer and Güner 2005). Kürlenme, üretimde tuz ile birlikte nitrat, nitrit veya nitrat/nitrit kullanılması şeklinde tanımlanmakta olup ürünün renk ve lezzet gibi özelliklerini iyileştirmek ve dayanıklılığını artırmak amacıyla uygulanan bir işlemdir (Gökalp vd 1994).

Et kürlenme işleminin tarihi, tam bilinmemekle birlikte tesadüfen keşfedildiğine inanılmaktadır. Pek çok kaynak tuzun ete kırmızı bir renk veren potasyum nitrat ile kontaminasyonunu işaret etmektedir (Kemp 1982; Sebranek and Bacus 2007; Honikel 2008; Sindelar and Milkowski 2012). Bununla birlikte 10. yüzyıldan itibaren Romalılar tarafından potasyum nitratin bilinçli bir şekilde ete arzu edilen rengi ve lezzeti kazandırmak amacı ile kullanıldığı belirtilmektedir. Diğer taraftan 19. yüzyılda kürlenme prosesine yönelik araştırmalar neticesinde tuzun tek başına kürenin rengini oluşturamadığı ortaya çıkarılmıştır (Krause 2009; Sindelar and Milkowski 2012).

Kür edilmiş et ürünlerinde nitrat ve nitritin potasyum veya sodyum tuzları üretimde kürlenme ajanı olarak kullanılmaktadır (Honikel 2007). Nitrit, tek başına ya da nitrat ile birlikte Kuzey Amerika, Avrupa ve diğer pek çok ülkede et ürünlerinin kürlenmesinde kullanılırken (Sen and Baddoo 1997), Akdeniz ülkelerinde uzun süre olgunlaştırılan ürünlerde nitrat tercih edilmektedir (Flores 1997). Diğer taraftan “Parma ham”, “jambon de Savoie”, “Virginia ham” gibi uzun süre olgunlaştırılan parça halinde işlenen ürünlerin üretiminde sadece tuz kullanılmaktadır. Diğer pek çok ürünün kürlenme işleminde ise tuz/nitrat, tuz/nitrat/nitrit veya tuz/nitrit kür karışımlarından yararlanılmaktadır (Kaya ve Kaban 2010). Ülkemizde ise parça halinde işlenen kür edilmiş yegane et ürünü olan pastırmanın üretiminde tuz ile birlikte genellikle nitrat kullanılmaktadır (Anıl 1988; Erol vd 1998; Tekinşen ve Doğruer 2000; Aksu and Kaya 2002a; Gürbüz 2004; Aktaş *et al.* 2005; Doğruer and Güner 2005; Kaban 2009; 2013).

Nitrit ve nitratın et ürünlerine karakteristik renk ve lezzet vermesi ve ayrıca antimikrobiyal ve antioksidan etkileri pek çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Cassens *et al.* 1978; Pierson *et al.* 1983; Pegg and Shahidi 2000; Honikel 2007; Sebranek and Bacus 2007; Krause 2009; Sindelar and Milkowski 2011). Ancak nitratın bu etkileri gösterebilmesi için nitrite dönüşmesi gerekmektedir (Sebranek and Bacus 2007; Honikel 2007; Sindelar and Milkowski 2012).

Nitritin indirgenmesi sonucu oluşan nitrik oksitin, et pigmenti myoglobin ile reaksiyonu sonucu nitrosomyoglobin (MbFe (II)NO) oluşmaktadır. Bu bileşik de tipik kırmızımsı kür rengini oluşturmaktadır (Eakes and Blumer 1975; Gökalp vd 1994; Bayraktar vd 1998; Adamsen *et al.* 2006; Armenteros *et al.* 2012). Nitrit/nitrat kullanılmadan üretilen ısıtılmış işlem uygulanmamış ürünlerde kahverengi mat renk, ısıtılmış işlem görmüş ürünlerde ise gri renk oluşabileceği belirtilmektedir (Adamsen *et al.* 2006).

Kürlenmiş etlerde nitritin oksidatif ransiditeyi engellediği bilinmektedir (MacDonald *et al.* 1980; Ockerman and Kuo 1982; Gökalp 1983; Toldrá *et al.* 2009). Nitritin antioksidan özelliği, nitrik oksitin heme proteinleri ve metal iyonları ile reaksiyonları, serbest radikaller ile çelat oluşturması, nitroso ve nitrosil bileşikler oluşturmasından

kaynaklanmaktadır (Sindelar and Milkowski 2012). Ette oksitlenmiş halde bulunan  $Fe^{+3}$  heme bileşiği yağ oksidasyonunu katalize etmektedir. Kürlenmiş etlerde nitrik oksitin myoglobin ile olan reaksiyonu sonucu demir indirgenmiş ( $Fe^{+2}$ ) durumda kalmakta ve böylelikle demirin ( $Fe^{+3}$ ) yağ oksidasyonunu katalizleme etkisi ortadan kaldırılmış olmaktadır (Gökalp 1983).

Nitrit, aerobik ve anaerobik mikroorganizmaların çoğu üzerinde antimikrobiyal bir etki göstermektedir. Nitrit, özellikle *Clostridium botulinum* başta olmak üzere, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* ve *Clostridium perfringens* gibi diğer bazı gıda kaynaklı patojenlerin gelişimini de kontrol altına alabilmektedir (Gökalp 1983; Parthasarathy and Bryan 2012). Nitritin antimikrobiyal etki mekanizması, disosiye olmamış nitroz asitin ( $HNO_2$ ), bakteriyel hücre duvarının iyon bariyerini geçmesi ve bakteriyel enzimlerin fonksiyonunu bozarak gelişimi engellemesi ile gerçekleşmektedir (Kaya ve Kaban 2010).

Nitrit, kür edilmiş et ürünlerinin tipik lezzet ve renginin sağlanmasında yegane katkı maddesidir (Krause *et al.* 2011). Antimikrobiyal aktiviteye sahip bu bileşik aynı zaman da ürün çeşitliliğine katkıda bulunmakta ve böylelikle gıda endüstrisinde et ürünlerinin pazar payını önemli ölçüde artırmaktadır (Lücke 2003, 2008). Et ürünlerinde nitrat ve nitritin yerini alabilecek pekçok bileşik araştırılmış ancak bugüne kadar bu bileşiklerin fonksiyonlarını yerine getirebilecek bir madde bulunamamıştır (Gökalp 1985; Gökalp vd 1994; Krause *et al.* 2011).

Nitrit ve dolayısıyla nitratın ürünün kalitesi ve güvenliği üzerinde pekçok olumlu etkisi olmasına rağmen, nitrozamin oluşumunda yer aldıkları da bilinmektedir (Krause *et al.* 2011; Hammes 2012).

İtalya, İngiltere, Kolombiya, Şili, Japonya, Danimarka ve Macaristan'da yapılan araştırmalarda yüksek nitrat alımı ile mide kanseri arasında bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir (Hsu *et al.* 2009). Sebze ve sularda doğal olarak bulunan nitrat, ağız ve midede nitrite dönüştürülmektedir (Cammack *et al.* 1999). Nitrit, sekonder aminlerle

reaksiyona girerek kanserojen nitrozaminleri oluşturmaktadır (Leistner 1979; Gökalp 1984; Hsu *et al.* 2009; Parthasarathy and Bryan 2012). Yapılan araştırmalarda nitrozamin oluşumunun nitrit seviyesi ile yakından ilişkili olduğu ve ayrıca işleme ve depolama sıcaklığı, pH değeri ve sekonder amin varlığı gibi faktörlerin bu süreçte önemli rol oynadığı bildirilmiştir (Preda and Popa 1980; Sebranek and Bacus 2007). Taze ette çok az miktarda bulunan aminler, fermentasyon ve olgunlaştırma sırasında artış göstermektedir (Honikel 2008). Et ürünlerinde serbest amino asit ve amin gibi endojen faktörlerin seviyesini kontrol etmek zor olduğu için ürünlere ilave edilen nitrit seviyelerinin azaltılması gerekmektedir (Pegg and Shahidi 2006). Ancak nitrit miktarının azaltılmasında *C. botulinum* ve diğer gıda kaynaklı patojenlerin gelişim riskinin dikkate alınması ve bu mikroorganizmaların gelişemeyeceği seviyenin belirlenmesinin gerekliliği vurgulanmaktadır (Sen and Baddoo 1997; Krause *et al.* 2011). Diğer taraftan nitritin lipid oksidasyonunu önleyerek ürünün raf ömrünü de artırdığının göz önünde bulundurulmasının gerektiği de belirtilmektedir (Baseler 2009).

Kür edilmiş kurutulmuş et ürünlerinde lezzet oluşumunda mikrobiyal ve endojen enzimler ve nitrat/nitrit gibi katkı maddeleri önemli rol oynamaktadır (Flores 1997). Tuz kullanılarak dayanıklı hale getirilen ürünlerde üretim prosesi süresince protein, yağ ve karbonhidratların enzimatik parçalanmaları sonucu bu ürünler için karakteristik olan çeşitli aroma maddeleri oluşmaktadır (Kaban 2009; Kaya ve Kaban 2010). Karakteristik lezzetin gelişiminde endojen enzimler önemli bir rol oynamaktadır (Zhou and Zhao 2007; Kaya ve Kaban 2010). Proteinaz (B, D, H, ve L katepsinler ve kalpainler) ve eksopeptidazlar (peptidazlar ve aminopeptidaz) bu değişikliklerden sorumlu olan önemli enzimlerdir (Toldrá and Flores 1998). Kuru kürlenmiş parça halinde işlenen et ürünlerinde tat ve lezzet gelişimde lipolitik ve proteolitik enzimlerle ilgili bir dizi biyokimyasal reaksiyonlar gerçekleşmektedir (Rosell and Toldrá 1996). Kür edilmiş et ürünlerinde tipik kür aromasının gelişiminde, nitritin parçalanma ürünleri ile protein, yağ ve karbonhidrat parçalanma ürünleri arasındaki bazı kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar önemli rol oynamaktadır (Kaya ve Kaban 2010; Kaban 2013). Nitrat ve nitritin uçucu bileşiklerin oluşumunda ve seviyelerinde etkili olduğu da pek çok araştırmada belirtilmiştir (Flores *et al.* 1997; Marco *et al.* 2006; Thomas *et al.* 2013).

Kür edilmiş et ürünlerinde, kür edilmemiş et ürünlerine göre daha az hidrokarbon, keton, alkol, fenol, ester, pirazin, furan, aldehid ve nitrojenli bileşik, buna karşın daha fazla karboksilik asit, sülfür ve nitrit/nitrat içeren bileşikler bulunduğu tespit edilmiştir (Sullivan 2011).

Kuru kür edilmiş et ürünlerinde uçucu bileşikler, konsantrasyon, eşik değeri, gıda matriksi ile etkileşim gibi pek çok parametreye bağlı olarak son ürün aromasına katkıda bulunmaktadır. Parça halinde işlenen et ürünlerinde uçucu bileşiklerin difüzyonunda, intramuskular yağ ve bağ dokusu gibi bariyerler ile uçucu bileşikler ve matriks bileşenleri arasındaki interaksiyonlar etkili olmaktadır. Ancak kuru kürlenmiş ham'lar üzerinde yapılan bir araştırmada protein matriksi ile uçucu bileşiklerin interaksiyonunda nitrat veya nitritin herhangi bir etkisinin olmadığı da bildirilmiştir (Toldrá *et al.* 2009).

Alkanlar, alkenler, aldehitler, ketonlar, alkoller, aromatik hidrokarbonlar, karboksilik asitler, esterler, terpenler, sülfürlü bileşikler, furanlar, pirazinler, aminler ve klorür bileşikleri parça halinde işlenen kuru kür edilmiş et ürünlerinde belirlenen uçucu bileşiklerdir (Sabio *et al.* 1998; Toldrá and Flores 1998; Zhou and Zhao 2007; Fulladosa *et al.* 2010). Lipit oksidasyonu sonucu alifatik hidrokarbonlar, alkoller ve aldehitler gibi çeşitli bileşikler oluşmaktadır. Ancak lipit oksidasyonu sırasında hızlı bir şekilde oluşmaları ve düşük eşik değerleri nedeniyle aldehitler, ette arzu edilen lezzeti olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Toldrá *et al.* 2009).

Olgunlaşma aşamasında proteoliz ve lipoliz sonucu lezzet bileşiklerinin ön maddeleri oluşmaktadır. Kuru kürlenme prosesi sırasında kullanılan tuz, nitrat ve/veya nitrit, askorbik asit ve glukoz gibi katkı maddeleri ve kas enzim sistemi üzerindeki etkilerinden dolayı ürün kalitesi üzerinde etkili olmaktadır. Et ürünlerinde aromanın algılanması, uçucu bileşiklerin koku eşik değerleri ve konsantrasyonları ile gaz fazı konsantrasyonunda etkili olan diğer gıda bileşenleri ile interaksiyonuna bağlıdır. Kürlenmiş et ürünlerinde, kuru-kürleme prosesinin başlangıcında ilave edilen kürlenme ajanları (tuz, nitrat, nitrit, glukoz ve askorbik asit) uçucu bileşiklerin oranını etkileyebilmektedir (Flores *et al.* 2007).

Uçucu bileşikler, ham gibi kuru kür edilmiş et ürünlerinin duyu kalitesi ve kokusu hakkında önemli bilgiler vermektedir. Kuru kür edilmiş et ürünlerinin lezzeti, aroma ve tat değişikliklerinin gerçekleştiği uzun üretim prosesinin bir sonucudur. Bu tip ürünlerin aroması çiğ materyal ve üretim prosesindeki pek çok parametre tarafından önemli ölçüde etkilenmektedir. Nitekim bu tip ürünlerde kuru tuzlama, yıkama, dengeleme ve olgunlaştırma-kurutma gibi pek çok aşama söz konusudur (García-González *et al.* 2013).

Avrupa Birliğinin ilgili direktifi (2006/EC/52) esas alınarak 2008 yılında çıkarılan ve 2011 yılında revize edilen Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliğinde pastırma üretiminde 150 ppm nitrat ve 150 ppm nitrit kullanımına müsaade edilmiştir. Ancak 2013 yılında yeniden revize edilen ilgili direktifte pastırma üretiminde nitrat kullanımına izin verilmemektedir (Anonim 2013). Bu yönetmenlikte Avrupa Birliğinin geleneksel ürünleri için özel hükümler söz konusu olup, 300 ppm düzeyinde nitrat kullanımına izin verilmiştir. Nitrit kullanılması durumunda ise yine geleneksel ürünlerde kalıntı nitrit miktarı (sodyum nitrit) kriter olarak alınmıştır. Geleneksel bir ürün olan pastırmada ise herhangi bir bilimsel araştırma sonucuna dayandırılmadan nitrat kullanımı yasaklanmış ve nitrit kullanımı teşvik edilmiştir. Halbuki nitritin, nitrattan on kat daha toksik etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Honikel 2007; 2008).

Ülkemizde yaygın olarak üretilen ve geleneksel bir et ürünü olan pastırma, sığır ve manda karkaslarının belirli bölgelerinden büyük parçalar halinde çıkartılan etlerin, kütleme, kurutma ve baskılama işlemlerine tabi tutulması ve ardından çemenlenmesiyle elde edilen kür edilmiş bir et ürünüdür (Gökalp vd 1994).

Pastırma, genellikle doğal koşullarda geleneksel yöntemlerle üretilmektedir (Kaban 2009). Geleneksel yollarla gerçekleştirilen pastırma üretimi, teknolojik ve bilimsel uygulamalardan ziyade daha çok ustalık ve tecrübeye dayalı olarak yapılması ve ortamda hakim olan mikroorganizmaların faaliyetine göre gerçekleşmesi standart üretime imkan vermemektedir (Gökalp vd 1994).

Pastırma üretimi, etin seçimi, parçalama, sökülme, açım, kürlenme, yıkama, 1. kurutma, soğuk denkleme (1. baskılama), 2. kurutma, sıcak denkleme (2. baskılama), 3. kurutma, çemende bekletme, çemenleme, kurutma, ambalajlama ve muhafaza aşamalarından oluşmaktadır (Gökalp vd 1994; Tekinşen ve Doğruer 2000; Kök 2003). Bununla birlikte pastırma üretiminin en önemli aşamalarından biri kürlenme işlemidir. Pastırma üretiminde sadece tuz kullanılması durumunda ürün sert bir yapı kazanmakta ve daha koyu bir renk oluşmaktadır (Tekinşen ve Doğruer 2000; Doğruer vd 2001). Tuzun nitrat ve/veya nitrit ile kullanılması durumunda ise tipik kür rengi ve lezzeti oluşmaktadır. Ayrıca kullanılan kürlenme maddeleri antioksidan ve antimikrobiyal aktivite de göstermekte ve ürünün raf ömrünü artırmaktadır. Etkili olan madde nitrit veya bunun türevleridir (Vösgen 1992; Honikel 2007). Ancak nitratın bu etkileri gösterebilmesi için nitrite dönüşmesi gerekmektedir (Gökalp vd 1994; Sebranek and Bacus 2007; Honikel 2008; Sindelar and Milkowski 2012). Nitratı nitrite indirgeyen en önemli mikroorganizmalar stafilocok ve mikrokoklardır (Hammes 2012).

Parça halde işlenen et ürünlerde, sodyum klorür, potasyum nitrat ve/veya sodyum nitrit, baharat, sodyum askorbat, organik asitler, şekerler ve starter kültürler katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Kaya ve Kaban 2010). Parça halinde işlenen kür edilmiş çiğ et ürünlerinde mikrobiyolojik stabilitenin sağlanmasında, renk ve aroma oluşumunda tuz, nitrat ve nitrit büyük önem taşımaktadır (Aksu and Kaya 2002a). Kuru kürlenmede genellikle 1 kg et ve yağ için 30–50 g nitritli kürlenme tuzu veya kür karışımı (örneğin 10 kg NaCl+100 g KNO<sub>3</sub>+100 g sakaroz), yağ kürlenme yönteminde ise %10–20 oranında tuz içeren salamura kullanılmaktadır (Kaya ve Kaban 2010).

Pastırmanın mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerinin belirlenmesine yönelik pek çok araştırma (Soyutemiz ve Özenir 1996; Doğruer vd 1998; Nizamlıoğlu *et al.* 1998; Özdemir vd 1999; Tekinşen vd 1999; Aksu ve Kaya 2001a; Elmalı *et al.* 2005; Demirezen and Uruç 2006; İnat 2008; Kaban 2009; Kaban and Kaya 2011) yapılmıştır. Ayrıca pastırma üzerinde starter kültür kullanımı (Aksu and Kaya 2002a, 2002b; Aktaş *et al.* 2005) ile farklı üretim yöntemlerinin (Yağlı ve Ertaş 1998; Doğruer vd 2001; Doğruer vd 2003; Gürbüz 2004; Doğruer and Güner 2005; Doğruer *et al.*

2007; Güner *et al.* 2008; Uğuz *et al.* 2011) etkilerinin araştırıldığı çalışmalar da mevcuttur.

Pastırma yapım kuralları TS 9268 standardına (Anonim 1991) göre üretimde kullanılacak tuza %3 oranında nitratın katılabileceği ve son üründe tuz oranının %6'yı geçmemesi gerektiği belirtilmektedir. Pastırma standardında (TS 1071) ise son üründe en fazla 50 mg/kg kalıntı nitrite müsaade edilmektedir (Anonim 2002). Aynı standartta tuz oranının ise kuru maddede %8,5 olabileceği belirtilmektedir. Endüstride genellikle pastırmanın kürlenme işleminde tuza %2 oranında nitrat ilave edildiği Gökalp vd (1994) tarafından bildirilmiştir. Buna karşın Öztan (2008) ise tuzlamada genellikle 250 kg et için 20 kg tuz ve 1 kg nitrat kullanıldığını belirtmiştir. Ancak gerek Gökalp vd (1994) ve gerekse Öztan (2008) bu miktarların düşürülmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Anıl (1988) ve Kaban (2009) pastırma üzerinde yaptıkları araştırmalarda kürlenme işlemini %1 oranında nitrat içeren tuz ile gerçekleştirmişlerdir. Benzer şekilde Erol vd (1998) tarafından yürütülen araştırmada, Et Balık Kurumu tarafından önerilen geleneksel pastırma yapım tekniği modifiye edilerek %0,8-0,9 oranında KNO<sub>3</sub> içeren tuz karışımı kullanılmıştır. Diğer taraftan bir araştırmada farklı oranlarda (%1, 2 ve 3) potasyum veya sodyum nitrat içeren kür karışımlarının bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkileri incelenmiştir (Doğruer vd 2001; 2003). Konu ile ilgili diğer araştırmalarda ise (Aksu and Kaya 2001b; 2002a; 2002b; Aksu and Kaya 2005; Aktaş *et al.* 2005) pastırma üretiminde 750 ppm nitrat kullanılmış ve ürünlerin bazı özellikleri araştırılmıştır. Daha düşük nitrat kullanım oranlarının etkileri üzerine ise herhangi bir çalışmaya literatürde rastlanılmamıştır. Ayrıca pastırmada farklı nitrat seviyelerinin uçucu bileşikler üzerine etkilerine yönelik de bir çalışma bulunmamaktadır. Mevcut bu araştırmanın amacı, pastırmanın uçucu bileşikleri ile lipit oksidasyonunun göstergesi olan TBARS, proteolizinin göstergesi olan protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı, renk, kalıntı nitrit ve duyuşal özellikler üzerine farklı nitrat seviyelerinin (150, 300, 450 ve 600 ppm) etkilerini belirlemektedir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Kemp *et al.* (1974) tarafından kür edilmiş ham (jambon) üzerinde yapılan bir araştırmada nitrat ve nitrit kullanımının ürünün bazı kalite özelliklerine etkisi incelenmiştir. Üretimde birinci grup için tuz+şeker (kontrol), ikinci grup için tuz+şeker+potasyum nitrat, üçüncü grup için ise tuz+şeker+sodyum nitrit, kürleme karışımları kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, nitrat ve nitrit içeren jambonların kontrol grubuna göre renk, aroma ve genel görünüm açısından daha iyi sonuçlar verdiği, nitrat ve nitrit içeren gruplar arasında önemli farklılıkların olmadığı bildirilmiştir.

Eakes and Blumer (1975) jambon üretiminde kabul edilebilir renk ve lezzet oluşumu için minimum nitrat/nitrit seviyelerini belirlemek amacıyla yürüttükleri araştırmada 70, 100, 130 ve 160 ppm nitrat ve/veya nitrit seviyeleri denemişlerdir. Araştırmacılar 70 ppm nitrat ve/veya nitritin kabul edilebilir renk ve lezzet için yeterli olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Gürbüz vd (1995) tarafından yapılan bir araştırmada farklı kürleme yöntemleri (kuru salamura, daldırma, enjeksiyon) kullanılarak üretilen ve +4°C'de 60 gün süre ile muhafaza edilen pastırmaların fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. Kuru kürlemede %1, yaş kürleme ve daldırma yöntemlerinde ise %2,5 sodyum nitrat kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, farklı tuzlama teknikleriyle üretilen pastırmaların muhafaza süresi boyunca kurumaya bağlı olarak rutubet miktarlarının önemli düzeyde azaldığı ve buna paralel olarak su aktivitesi değerinin düştüğü ve tuz miktarının arttığı, pH değerinde ise önemli bir farklılığın olmadığı bildirilmiştir.

Gürbüz (2004) tarafından pastırma üretiminde kuru kürleme, salamuraya daldırma ve enjeksiyon olmak üzere üç farklı kürleme yöntemi kullanılmış ve örnekler üretim prosesinin farklı aşamalarında (hammadde, kurutma öncesi, çemenleme öncesi ve çemenleme sonrası) fiziksel ve kimyasal özellikleri yönünden analizlere tabi tutulmuştur. Araştırıcı, son üründe tuzlama tekniklerinin etkisine bağlı olarak, gruplar

arasında fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından önemli farklılıkların olmadığını ancak duyuşal açıdan yaş kürlenmenin daha iyi sonuçlar verdiğini bildirmiştir. Diğer taraftan incelenen proses aşamalarında pastırma örneklerinin genel canlı, koliform grubu, *Micrococcus/Staphylococcus*, *Lactobacillus*, halofilik mikroorganizmalar ile maya- küf sayılarında tuzlama tekniklerinin önemli farklılıklara neden olmadığı da tespit edilmiştir.

El-Khateib *et al.* (1987) Türkiye ve Almanya'dan temin ettikleri pastırma örneklerinde tuz içeriğinin %4,9-8,5 (ortalama %6,5), kalıntı nitrat miktarının ise 50-980 ppm (ortalama 400 ppm), kalıntı nitrit miktarının ise 2-58 ppm (ortalama 12 ppm) arasında değiştiğini, numunelerin çoğunda su aktivitesinin 0,90'ın altında olduğunu ve duyuşal nedenlerden dolayı 0,85'in altına düşmemesi gerektiğini vurgulamışlardır. Ayrıca, pastırmanın mikrobiyolojik stabilitesinde, sarımsak içeriğinin önemli olduğu ve çemende %35 oranında sarımsak ilavesinin uygun olmayan şartlarda en az 12 gün, uygun şartlarda ise bir kaç ay sürecek şekilde küflenmeye karşı ürünü korumada etkili olabileceği belirtilmiştir.

Tuza %1 oranında sodyum nitrat ilave edilerek üretilen pastırmalar üzerinde yapılan bir çalışmada, kurutma prosesi sırasında nispi nem %65 olarak alınmış ve farklı sıcaklık (20, 25 ve 30°C) derecelerinin ve farklı hava cereyan hızlarının (1,5, 2,0 ve 3,0 m/sn), ürünün fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Araştırmada 20°C'de ve 1,5 m/s hava cereyanında üretilen pastırmaların nem miktarı, pH ve su aktivitesi değerlerini sırasıyla %41,62, 5,45, 0,91 olarak tespit edilmiş ve en iyi sonucu bu sıcaklık/hava cereyanı kombinasyonunun verdiği belirlenmiştir (Anıl 1988).

Doğruer (1992) tarafından farklı tuzlama süreleri (36 ve 72 saat) ve baskılama ağırlıklarının (0,25, 0,50 ve 1 kg/cm<sup>2</sup>) pastırma kalitesine etkisini incelemek amacıyla yürütölen bir çalışmada, kütleme işlemi sırasında her parçanın ağırlığının %10'u oranında %1 sodyum nitrat içeren kütleme karışımı kullanılmıştır. Araştırma sonucunda tuzlama süresinin ve baskılama ağırlığının birlikte veya tek başlarına pastırmanın renk,

lezzet, görünüm ve tekstürel özellikleri üzerine önemli bir etkisinin olduğu, 72 saat süre ile kürlenene ve 1 kg/cm<sup>2</sup>'lik baskılama ağırlığı uygulanan grubun özellikle duyuşal özellikler ve tekstür yönünden daha iyi sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Ayrıca uygulanan tuzlama süresi ve baskılama ağırlığı faktörlerinin pastırmanın amino asit miktarı ve mikrobiyolojik özelliklerine önemli etkilerinin olmadığı da saptanmıştır.

Pastırma üretiminde *L. monocytogenes*'in gelişimini incelemek amacıyla yürütölen bir çalışmada, hammadde *L. monocytogenes* ile kontamine edilmiş ve üretimde kürlenme ajanı olarak tuzun yanı sıra sodyum nitrat (150 ppm) kullanılmıştır. Nitrat kullanılmayan grup ise kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Üretilen pastırmalar iki farklı sıcaklıkta (+4°C ve 20°C) depolanmıştır. Araştırma sonucunda hem kontrol hem de nitrat içeren (150 ppm) grupta +4°C'lik muhafaza sıcaklığında *L. monocytogenes*'in canlılığını koruduğunu buna karşın 20°C'de muhafaza edilen örneklerde *L. monocytogenes* sayısında önemli azalmalar kaydedildiği bildirilmiştir (Arslan *et al.* 1999).

Doğruer vd (2001) tarafından depolama süresince sodyum ve potasyum nitratın farklı seviyelerinin pastırmanın kalite özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütölen bir çalışmada, üretiminde %1, 2 ve 3 oranında potasyum veya sodyum nitrat içeren kürl karışımları kullanılmış ve pastırma örnekleri depolamanın 1, 7, 15, 30 ve 60. günlerde analizlere tabi tutulmuştur. Pastırma örneklerinin nem, pH ve a<sub>w</sub> değerleri ile tuz içerikleri depolamanın 1. gününde sırasıyla %50,17-54,13, 5,72-6,02, 0,809-0,911, %4,62-5,00, 60. gününde ise yine sırasıyla %28,80-30,14, 5,94-6,23, 0,755-0,775, %7,76-8,41 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmacılar tarafından sodyum veya potasyum nitrat kullanımı ve seviyeleri açısından gruplar arasında mikrobiyolojik ve kimyasal özellikler bakımından farklılığın söz konusu olmadığı da belirtilmiştir. Aynı araştırmacılar tarafından yürütölen diğere bir çalışmada (Doğruer vd 2003) ise sodyum ve potasyum nitratın pastırma üretim prosesindeki (tuzlama öncesi, tuzlama sonrası, çemenleme öncesi ve çemenleme sonrası) etkileri incelenmiş ve sonuç olarak farklı oranlarda nitrat kullanımının örneklerin nem, pH ve a<sub>w</sub> değerleri ile tuz miktarları üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı, ancak üretimin değişik aşamalarında nitrat

oranına bağı olarak nitrat ve nitrit miktarı üzerinde önemli bir etkisinin olduğu bildirilmiştir. Diğer taraftan araştırmada %1'in üzerinde nitrat kullanımının halk sağlığı açısından risk oluşturabileceği kanaatine varılmıştır (Doğruer vd 2003).

Modifiye atmosferde ambalajlamanın (%50 N<sub>2</sub> + %50 CO<sub>2</sub>) *M. Longissimus dorsi* kaslarından 750 ppm potasyum nitrat kullanılarak üretilen pastırmaların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bir araştırmada, dilimlenen pastırma örnekleri modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanmış ve iki farklı sıcaklıkta (4 ve 10°C) 150 gün süre ile depolanmıştır. Depolama periyodunun nem, pH, TBARS, serbest yağ asiti, NPN, suda çözünen azot, renk değerleri ile total aerobik bakteri, laktik asit bakteri ve *Micrococcus/Staphylococcus* sayıları üzerinde önemli ( $p < 0.01$ ) etki gösterdiği, depolama sıcaklığının ise nem, pH, TBARS, serbest yağ asiti, suda çözünen nitrojen, a\* değeri ile toplam aerobik bakteri, laktik asit bakteri ve *Micrococcus/Staphylococcus* sayıları üzerinde etkili ( $p < 0.01$ ) olduğu, bu iki faktörün interaksyonunun ise pH ve a\* değerleri ile toplam aerobik bakteri, laktik asit bakteri ve *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarında farklılığa neden olduğu belirlenmiştir (Aksu and Kaya 2005).

Lorenzo *et al.* (2010) tarafından kuru kür edilmiş lacón üretimi boyunca bazı katkı maddelerinin laktik asit bakterileri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, nitrit (125 ppm), nitrat (175 ppm), askorbat (500 mg/kg), glukoz (2 g/kg), sitrat (100 mg/kg) kullanılmış ve toplam aerobik-mezofilik mikroflora, laktik asit bakterileri ve laktobasil sayımları yapılmıştır. Özellikle tuzlama aşamasından sonra mikroorganizma sayılarında üretim süresince azalma gözlenmiştir. Katkı maddelerinin laktik asit bakterileri üzerinde ise önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Doğruer and Güner (2005) tarafından sodyum ve potasyum nitrat kullanarak üretilen pastırmaların depolama süresi boyunca (7, 15, 30, ve 60. günler) kalıntı nitrit ve nitrat miktarlarını belirlemek amacıyla yürütülen bir araştırmada, üç farklı kütleme karışımı kullanılmıştır. Pastırmalık etlere birinci grupta et ağırlığının %10'u oranında NaCl (kontrol), ikinci ve üçüncü grupta ise sırasıyla %10 NaCl + %0,1 NaNO<sub>3</sub> ve %10 NaCl

+ %0,1 KNO<sub>3</sub> ilave edilmiştir. 20 günlük üretim sürecinden sonra vakum uygulanarak ambalajlanan pastırma örnekleri 4±1°C'de 60 gün süre ile depolanmıştır. Araştırma sonucunda, depolamanın 1. gününde kalıntı nitrat ve nitrit miktarının sırasıyla 51,66-203,08 ppm ve 22,13-51,06 ppm, 60. gününde ise nitrat miktarının 25,53-38,80 ppm, nitrit miktarının ise 3,20-9,51 ppm arasında değiştiği bildirilmiştir. Aynı zamanda araştırmacılar, potasyum nitratın depolama süresi boyunca sodyum nitrate göre daha hızlı parçalandığını, potasyum nitrat ile kürlenmiş pastırma örneklerinin kalıntı nitrat ve nitrit içeriğinin, sodyum nitrat ile kürlenmiş örneklerden daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Kürleme maddesi olarak nitratın kullanıldığı üretim proseslerinde arzu edilen renk ve aroma oluşumunda nitrat redüktaz aktivitesine sahip mikroorganizmalar büyük öneme sahiptir. Bu nedenle bu tip üretimlerde arzu edilen renk ve aroma oluşumu ancak pastırma üretim koşullarında bu tür aktivite gösterebilen mikroorganizmalara bağlıdır. Nitrat redüktaz aktivitesine sahip bakteriler doğal olarak ette mevcut olabilecekleri gibi starter kültür olarak da ürüne katılabilmektedir (Toldrá 2002; Kaya ve Kaban 2010).

Aksu and Kaya (2002a) potasyum nitrat ve starter kültür kullanımının pastırmanın bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerini belirlemeye yönelik araştırmalarında kürelemede 750 ppm nitrat kullanmışlar ve tüketime hazır üründe kalıntı nitrit ile kalıntı nitrit/nitrat miktarlarını 100 ppm'in altında olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar starter kültür kullanımının (*Lactobacillus pentosus* + *Staphylococcus carnosus*) kalıntı nitrit/nitrat miktarını da önemli ölçüde düşürdüğünü belirtmişlerdir. Aksu and Kaya (2001b) tarafından üç farklı starter kültürün pastırmanın değişik parametreleri üzerine etkilerinin araştırıldığı diğer bir çalışmada ise yine aynı oranda potasyum nitrat kullanılmış ve *L. sakei* + *S. xylosus* içeren ticari preparatın daha düşük kalıntı nitrat/nitrit değerleri verdiği belirtilmiştir.

Aksu *et al.* (2005) tarafından taze ve dondurulmuş-çözündürülmüş etler kullanılarak üretilen dilimlenmiş pastırmaların kalıntı nitrit miktarı üzerine modifiye atmosferde ambalajlama, depolama sıcaklığı ve süresinin etkilerini belirlemek üzere yürütülen araştırmada, pastırma üretiminde 750 ppm potasyum nitrat kullanılmıştır. Araştırma

sonucunda kalıntı nitrit miktarı üzerinde hem depolama sıcaklığının hem de süresinin ve hem de bunların interaksiyonunun çok önemli bir etkiye sahip oldukları ve 150 günlük depolama sonunda tüm örneklerde kalıntı nitrit miktarında %75'den daha fazla azalma gerçekleştiği rapor edilmiştir.

Kürleme ajanlarının (sodyum klorür, nitrat, nitrit, glukoz ve askorbik asit) bazı uçucu bileşikler (2-pentanon, 3-metil-bütanol, 2-metil-bütanol, hekzanal, methional ve oktanal) üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, nitrit, nitrat ve askorbik asitin uçucu bileşiklerin tepe boşluğu konsatrasyonunda artışa, glukozun ise hekzanal ve oktanal seviyelerinde düşüşe neden olduğu ve kuru kür edilmiş et ürünlerinde lezzet üzerinde kürleme ajanlarının etkisine bağlı olarak uçucu bileşiklerin kısmen değişiklikler gösterdiği belirlenmiştir (Flores *et al.* 2007).

Sabio *et al.* (1998) tarafından yapılan araştırmada kuru kürlenmiş ham'larda uçucu bileşiklerin en önemli kaynaklarının lipit otooksidasyonu ve amino asit degradasyonu olduğu, hammadde ve kullanılan teknolojiye bağlı olarak bu tip ürünler arasında önemli farklılıkların bulunduğu, uzun süre olgunlaştırılan ürünlerin daha fazla uçucu bileşik içerdiği ve bu ürünlerde aldehitlerin oranının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca baharat kullanılan ürünlerde terpenlerin daha baskın olduğu da vurgulanmıştır.

Kaban (2009) tarafından geleneksel yöntem ile üretilen pastırmanın üretim aşamalarında (kürleme öncesi, kürleme sonrası, ilk kurutma sonrası, ikinci kurutma sonrası ve son ürün) fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimlerin incelendiği araştırmada, pastırma üretiminde %1 oranında KNO<sub>3</sub> ilave edilmiş tuz kullanmıştır. Araştırmada, pH değerinin prosesin son aşamalarında arttığı ve son üründe ortalama pH değerinin 5,86 olduğu belirlenmiştir. Ayrıca proses süresi ilerledikçe su aktivitesi değerinin azaldığı buna karşın TBARS ve NPN madde miktarının arttığı da bildirilmiştir. Pastırma üretim süreci sırasında alifatik hidrokarbonlar, sülfürlü bileşikler, alkoller, aldehitler, ketonlar, aromatik hidrokarbonlar, terpenler ve furanlar olmak üzere 8 farklı kimyasal gruba ait toplam 48 uçucu bileşik tanımlanmış ve son üründe aromatik hidrokarbonların dominant kimyasal grubu oluşturduğu belirtilmiştir.

Kaban and Kaya (2011) geleneksel yöntem ile üretilen pastırmaların uçucu bileşiklerini belirlemek amacıyla yürüttükleri bir araştırmada, uçucu bileşikleri katı-faz mikroekstraksiyon (SPME) tekniği ile ekstrakte ederek gaz kromatografisi / kütle spektrometrisi ile belirlemişlerdir. Pastırmada, 10 aldehit, 13 alifatik hidrokarbon, 9 kükürt bileşik, 6 ester, 10 alkol, 4 keton, 4 aromatik hidrokarbon, 2 asit ve 4 terpen tanımlanmıştır. Pastırmada uçucu bileşiklerin özellikle lipit otooksidasyonu kaynaklı olduğu ve aldehitlerin toplam alan içerisindeki payının %17,21 ve 43,80 arasında değiştiği ve bu bileşikler arasında hekzanal bileşiğinin önemli bir paya sahip olduğu tespit edilmiştir.

İspanyol tipi geleneksel kuru kür edilmiş bir et ürünü olan lacón üzerinde yapılan çalışmada, üretim sırasında kullanılan katkı maddelerinin (nitrit, nitrat, askorbat, glukoz, sitrat) biyojen amin oluşumu üzerine etkileri incelenmiştir. Lacón üretimi sırasında katkı maddelerinin kullanımına bağlı olarak toplam amin ile triptamin, tiramin ve histamin seviyelerinde önemli düzeyde artışlar olduğu belirlenmiştir (Lorenzo *et al.* 2007). Lacón üzerinde yürütülen diğer bir çalışmada ise katkı maddelerinin (glukoz, sodyum nitrit, sodyum nitrat, sodyum askorbat ve sodyum sitrat) ürün özelliklerine etkisi araştırılmış ve katkı maddelerinin üretim süresi boyunca biyokimyasal özelliklere etkisinin olmadığı ancak son ürünün renk ve kokusu üzerinde olumlu etkilerinin olduğu ortaya çıkarılmıştır (Lorenzo *et al.* 2008).

### **3. MATERYAL ve METOT**

#### **3.1. Materyal**

Araştırmada materyal olarak kesimden sonra 24 saat süre ile dinlendirilmiş orta yaşlı sığır karkaslarından elde edilen *M. Longissimus dorsi* kasları kullanılmıştır. Her bir blok için bir sığır karkası kullanılmış, sağ ve sol *M. Longissimus dorsi* kaslarının her biri ikiye bölünerek bir sığır karkasından toplamda dört pastırmalık parça et elde edilmiştir. Aynı blok içerisinde her bir muamele için aynı karkastan gelen kas parçaları kullanılarak hammaddeden kaynaklanabilecek farklılıklar ortadan kaldırılmıştır.

Pastırma üretiminde kullanılan tuz, buy otu unu, sarımsak, acı kırmızı toz biber ve tatlı kırmızı toz biber Erzurum piyasasından temin edilmiştir. Kütleme ajanı olarak kullanılan potasyum nitrat ( $KNO_3$  (Merck)) ve sakkaroz (Merck) ise yine Erzurum piyasasından temin edilmiştir.

#### **3.2. Metot**

##### **3.2.1. Pastırma üretimi**

**Etlerin Hazırlanması:** Araştırmada her bir blok için hazırlanan pastırmalık etlerin yüzeyindeki fazla yağ ve bağ dokusu uzaklaştırılmış ve şekil verilmiştir. Şekillendirilmiş etler, et kalınlığının 2/3'ünü geçmeyecek şekilde ve kas liflerine 45°'lik açı ile şaklama işlemine tabi tutulmuştur.

**Kütleme:** Her bir blok için hazırlanan pastırmalık etlere et ağırlığı üzerinden %10 tuz (NaCl) ve %0,3 sakkaroz hesaplanmıştır. Kütleme işleminde kütleme ajanı olarak potasyum nitrat kullanılmış ve her bir parça için farklı nitrat seviyeleri (150, 300, 450, 600 ppm) belirlenmiştir. Her bir pastırmalık et için hazırlanan tuz, nitrat ve sakkaroz karıştırıldıktan sonra kütleme işlemine geçilmiştir. Kütleme işleminde kuru kütleme

işlemi uygulanmış ve kür karışımı ilave edilen etler şaklar üste gelecek şekilde  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 24 saat süre ile bekletilmiştir. Daha sonra şaklanmış yüzey alta gelecek şekilde etler ters çevirilmiş ve 24 saat daha kürlenmiştir.

Yıkama: Kürleme işleminden sonra pastırmalık etler fazla tuzu gidermek amacıyla çeşme suyu ile yıkanmıştır.

1. Kurutma: Yıkama işleminden sonra kürlenmiş etler çelik askılara asılmış ve sıcaklığı, nispi rutubeti ve hava cereyanı otomatik olarak ayarlanabilen bir klima ünitesinde (Reich, Almanya)  $15\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de  $\%80\pm 2$  nispi nemde 6 gün süre ile kurutma işlemine tabi tutulmuştur.

1. Baskılama (soğuk denkleme): Birinci kurutmadan sonra kürlenmiş ve kısmen kurutulmuş etler  $7\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 20 saat süre ile baskılama işlemine alınmıştır. Baskılama işleminde 1 kg et için 15 kg ağırlık kullanılmıştır.

2. Kurutma: Soğuk denkleme işleminden sonra pastırmalık etler askılara alınmış ve  $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de  $\%70\pm 2$  nispi nemli klima ünitesinde 6 gün süre ile kurutma işlemine tabi tutulmuştur.

2. Baskılama (Sıcak Denkleme): İkinci kurutma işleminden sonra etler,  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de yine 1 kg et için 15 kg ağırlık esasına göre 7 saat süre ile baskılama işlemine alınmıştır.

3. Kurutma: İkinci baskılama işleminden sonra etler,  $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de ve  $\%70\pm 2$  nispi nemde 4 gün süre ile kurutulmuştur.

Çemenleme: Baskılama ve kurutma işlemlerinden sonra etler daha önceden hazırlanan çemen hamuru içerisinde  $4^{\circ}\text{C}$ 'de 1 gün bekletilmiştir. Daha sonra etlerin yüzeyindeki çemen 2-3 mm olacak şekilde incelti olarak çemenli kurutma işlemine geçilmiştir. Çemen hamurunun hazırlanmasında 500 g buy otu unu, 450 g sarımsak, 150 g kırmızı tatlı toz

biber ve 150 g kırmızı acı tozbiber kullanılmış ve bu bileşenler su ilave edilerek çemen hamuru kıvamına getirilmiştir.

Çemenli kurutma: Çemenleme işlemi tamamlanmış etler  $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de ve  $\%70\pm 2$  bağıl nemde 8 gün süre ile kurutulmuştur.

### **3.2.2. Analizler**

Pastırma örneklerinde su aktivitesi ( $a_w$ ) değerinin belirlenmesi için özel plastik kaplara ve diğer analizler için ise küçük cam kavanozlara örnekler alınmıştır. Uçucu bileşikler için alınan örnekler ise analiz gününe kadar  $-20^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir.

#### **3.2.2.a. pH değerinin belirlenmesi**

Homojen hale getirilmiş örneklerden 10'ar g tartılmış ve üzerlerine 100'er ml saf su ilave edildikten sonra Ultra-Turrax (IKA Werk T 25, Germany) kullanılarak 1 dak homojenize edilmiştir. Homojenize edilmiş örneklerin pH değeri, pH metre (ATI ORION 420 A, USA) kullanılarak ölçülmüştür. pH metre kullanılmadan önce uygun tampon çözeltileri ile (pH 4,00 ve pH 7,00) kalibre edilmiştir.

#### **3.2.2.b. $a_w$ değerinin belirlenmesi**

Örneklerin  $a_w$  değerinin belirlenmesinde  $a_w$  cihazı (TH-500  $a_w$  Sprint) kullanılmıştır. Ölçümden önce cihaz kalibrasyon tuzları ile kalibre edilmiştir. Özel plastik kaplara örnekler konulduktan sonra ölçme kabineye yerleştirilmiş ve  $25^{\circ}\text{C}$ 'de  $a_w$  değeri belirlenmiştir.

### **3.2.2.c. Kalıntı nitrit miktarının belirlenmesi**

Pastırma örneklerinin kalıntı nitrit analizinde Tauchmann(1987) tarafından verilen yöntem kullanılmıştır. Örneklerin kalıntı nitrit miktarı örnek ağırlığı, seyreltme faktörü, standart kurve kullanılarak hesaplanan katsayı ve absorbans değeri esas alınarak  $\text{NaNO}_2$ (ppm) olarak hesaplanmıştır.

### **3.2.2.d. TBARS (Tiyobarbütirik Asit Reaktif Maddeler) değerinin belirlenmesi**

TBARS değerinin belirlenmesinde Lemon (1975) tarafından verilen yöntem uygulanmış ve TBARS değeri  $\mu\text{molMDA/kg}$  örnek olarak verilmiştir.

### **3.2.2.e. Protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarının belirlenmesi**

Anonymous (1989) tarafından verilen yöntem uygulanmış ve protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı titrasyonda harcanan HCl çözeltisi ile örneklerin Gökalp vd (1994) tarafından verilen yöntem ile belirlenen %nem miktarları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Sonuç g protein tabiatında olmayan azotlu madde / 100g örnek olarak verilmiştir.

### **3.2.2.f. Renk değerlerinin belirlenmesi**

Örneklerin kesit yüzey renk değerleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) Minolta (CR-200, minolta Co, Osaka, Japan) kolorimetre cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Renk değerleri üç boyutlu renk ölçümünü esas alan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de l'Eclairage) tarafından belirlenen kriterlere göre yapılmıştır. Buna göre;  $L^*$ ;  $L^*=0$ , siyah;  $L^*=100$ , beyaz (koyuluk/açıklık);  $a^*$ ;  $+a^*$  = kırmızı,  $-a^*$  = yeşil ve  $b^*$ ;  $+b^*$  = sarı,  $-b^*$  = mavi renk yoğunluklarını göstermektedir.

### 3.2.2.g. Duyusal analiz

Tüketime hazır pastırmalar eğitimli 10 panelist tarafından hedonik tip skala (1–9) kullanılarak duyusal olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmede kullanılan duyusal panel formu aşağıda verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Pastırma panel formu

	Parlak Kırmızı			Koyu Kırmızı			Soluk ve mat siyahımsı		
<b>Renk</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	Tipik Hoşa Giden						Hoşa Gitmeyen		
<b>Koku</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	Çok İyi						Çok Kötü		
<b>Tekstür</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	Tipik Hoşa Giden						Hoşa Gitmeyen		
<b>Tat</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	Çok İyi						Çok Kötü		
<b>Genel Kabul Edilebilirlik</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1

\*Not: Belirtmek istediğiniz hususları yazınız

### 3.2.2.h. Uçucu bileşiklerin belirlenmesi

Uçucu bileşiklerin analizinde derin dondurucuda (-20°C) muhafaza edilen örnekler 40 ml'lik viallere (Supelco, Bellefonte PA, USA) 5'er g olarak tartılmıştır. Vialler, bir termal blok (Supelco, Bellefonte PA, USA) içerisine yerleştirilmiş ve 30°C'de bir saat bekletilerek tepe boşluğunda uçucu bileşiklerin toplanması sağlanmıştır. Bileşiklerin adsorpsiyonu için CAR/PDMS fibre (Supelco 75 µm, USA) viallere yerleştirilmiş ve 2 saat süre ile bekletilmiştir. Daha sonra fibre, gaz kromatografisine (GC, Agilent Technologies 6890N) enjekte edilmiş ve bileşikler kütle spektrometrisi (MS, Agilent Technologies 5973) ile belirlenmiştir. Sistemde kolon olarak DB-624 (J&W Scientific, 60m, 0.25mm i.d., 1.4µm film) kullanılmıştır. Gaz kromatografisinin fırın sıcaklığı başlangıçta 40°C'de 6 dak., daha sonra kademeli olarak 3°C/dak hızla 110°C'ye,

4°C/dak hızla 150°C'ye, 10°C/dak hızla 210°C'ye çıkarılmış ve bu sıcaklıkta 12 dak. bekletilmiştir (toplam işlem süresi 56.33 dak.). Sistemde 1ml/dak akış hızıyla helyum taşıyıcı gaz olarak kullanılmıştır. Sonuçlar kütle spektrometrisinin kütüphanesinden (NIST, WILEY, FLAVOR) karşılaştırılarak değerlendirilmiş ve ayrıca tanımlamada kovats indeksini belirlemek için standart maddelerden (Supelco 44585-U, Bellefonte PA USA) yararlanılmıştır. Her bir örnek üç paralelli olarak analize tabi tutulmuştur.

### **3.2.2.1. İstatistikî analizler**

Araştırmada nitrat seviyesi (150, 300, 450 ve 600 ppm KNO<sub>3</sub>), faktör olarak alınmış ve denemeler şansa bağı tam bloklar deneme planına göre 2 tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür. Elde edilen verilere varyans analizi uygulanmış ve önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (SPSS 20.0, 2011).

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### 4.1. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

#### 4.1.1. pH

Farklı oranlarda nitrat kullanılarak üretilen pastırmaların pH değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere 150, 300, 450 ve 600 ppm nitrat kullanılarak üretilen pastırma örneklerinde pH değerleri 5,62 ile 5,71 arasında değişmiştir. Parça halinde işlenen kuru kür edilmiş et ürünlerinde hammadde olarak kullanılacak etin pH değeri, ürün kalitesi açısından önemli bir faktördür. Hammadde olarak DFD etlerin kullanılması durumunda suyun uzaklaşması zorlaşmakta ve suyun yeterli seviyede uzaklaşmaması sonucu ise  $a_w$  değeri yüksek seviyelerde kalmaktadır. Bu durum istenmeyen mikroorganizmaların gelişimini olumlu yönde etkilediği gibi bu etlerde kür karışımı daha yavaş diffüze olmakta, proses süresi uzamaktadır. Diğer taraftan PSE et ( $pH_1 \leq 5,8$ ) kullanılması durumunda ise tuz difüzyonu çok fazla olmakta, aşırı kuruma nedeni ile ağırlık kaybı da fazla olmakta, görünüm ve tekstür olumsuz yönde etkilenmektedir (Kaya ve Kaban 2010).

**Çizelge 4.1.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların pH değerleri

Nitrat (ppm)	Blok	
	1	2
150	5,63	5,62
300	5,67	5,66
450	5,67	5,71
600	5,70	5,71

Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Ana varyasyon kaynağı olan nitrat

seviyesi, pH değeri üzerinde  $P < 0,05$  düzeyinde önemli etkide bulunmuştur (Çizelge 4.2).

**Çizelge 4.2.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Nitrat Seviyesi	3	0,002	8,761*
Blok	1	0,000	0,403
Hata	3	0,000	-
Genel	8	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, \*  $P < 0.05$

Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinde belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. En düşük ortalama pH değeri 150 ppm nitrat içeren grupta belirlenirken, nitrat oranı arttıkça pH değeri de artış göstermiş ve en yüksek ortalama değer 600 ppm nitrat içeren grupta belirlenmiştir. Ancak 150 ppm ile 300 ppm nitrat seviyelerine ait ortalama değerler arasındaki fark istatistiki bakımdan önemsiz bulunmuştur ( $P > 0.05$ ). Çizelge 4.3’den de görüldüğü gibi 300 ppm ve üzerinde nitrat kullanılan örneklerde de pH değeri açısından bir farklılık belirlenmemiştir ( $P > 0.05$ ). Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliğinde tüketime sunulan hazır pastırmaların pH değerinin en çok 6,0 olması gerektiği belirtilmektedir (Anonim 2012). Buna göre mevcut bu araştırmada elde edilen sonuçlar belirtilen kritere uygundur. Diğer taraftan mevcut bu araştırmada pastırma örneklerinde belirlenen en yüksek pH değeri ile en düşük pH değeri arasındaki fark 0,1 birimden daha azdır. Doğruer vd (2003) de farklı oranlarda potasyum ve sodyum nitrat kullanımının pastırmanın kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkilerini belirlemek amacı ile yürüttükleri çalışmada, örneklerin pH değerlerinin kürlenmeden önce 5,55-5,97, çemenlemeden sonra ise 5,56-6,16 arasında değiştiğini, ancak pH değeri açısından muameleler arasında istatistiki bir farklılığın olmadığını tespit etmişlerdir.

**Çizelge 4.3.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ( $P<0.05$ )

Nitrat (ppm)	N	pH
150	2	5,62±0,01a
300	2	5,66±0,01ab
450	2	5,69±0,03b
600	2	5,70±0,01b

±: Standart sapma

a-b: Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır.

El-Khateib *et al.* (1987), piyasadan temin ettikleri örneklerde pH değerinin 5,2-6,1 arasında değiştiğini tespit etmişler ve duyuşal nedenlerden dolayı pastırmada pH değerinin 5,5'in altında olmaması gerektiğini belirtmişlerdir. Pastırma üzerinde yapılan pek çok araştırmada da pH değeri 5,5'in üzerinde tespit edilmiştir (Doğruer 1995; Özdemir vd 1999; Yağlı ve Ertaş 1998; Aksu ve Kaya 2001a; Doğruer vd 2001; Doğruer vd 2003; Gürbüz 2004; Kaban 2009; 2013).

Pastırma üretiminin ustalık ve ekspertiz gerektirmesi ve ayrıca üretim aşamalarının standardize edilememesinden dolayı pastırmanın pH değeri oldukça farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle bazı araştırmalarda pastırmanın pH değeri 5,5'in altında bulunmuştur (Anıl 1988; Gürbüz vd 2003). Pastırmanın üretim prosesi sırasında gerçekleşen değişiklikleri belirlemek üzere yürütölen bir araştırmada, pH değerinin başlangıçta hafif bir düşüş gösterdiği, daha sonraki aşamalarda ise muhtemelen proteolisiz sonucu biriken bazik bileşikler neticesinde pH değerinin arttığı bildirilmiştir (Kaban 2009).

#### 4.1.2. Su aktivitesi ( $a_w$ )

Pastırmada gerek üretim sırasında kullanılan tuzun etkisiyle gerekse uygulanan kurutma işlemleri sonucunda, düşük su aktivitesi değerlerine ulaşılmaktadır. Bu nedenle pastırma orta nemli gıdalar grubuna dahil edilmektedir (Leistner 1988; Kaban and Kaya 2011). Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerine ait  $a_w$  değerleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Pastırma örneklerinde belirlenen en yüksek  $a_w$  değeri 0,864 ile 150

ppm nitrat kullanılarak üretilen grupta belirlenirken, en düşük değer 0,821 ile 300 ppm nitrat kullanılarak üretilen grupta belirlenmiştir. Bununla beraber bütün gruplara ait su aktivitesi değerleri 0,90'nın altında tespit edilmiştir. Pastıma üzerinde yürütülen pek çok araştırmada da  $a_w$  değeri benzer şekilde 0,90'nın altında belirlenmiştir (El-Khateib *et al.* 1987; Özdemir vd 1999; Gürbüz 2004; Kaban 2009).

**Çizelge 4.4.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların  $a_w$  değerleri

Nitrat (ppm)	Blok	
	1	2
150	0,842	0,864
300	0,821	0,861
450	0,835	0,859
600	0,863	0,862

Kürleme sırasında farklı oranlarda nitrat kullanılarak üretilen pastırmaların  $a_w$  değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir. Sonuçlardan görüldüğü üzere nitrat seviyesi  $a_w$  değeri üzerinde istatistiki açıdan önemli bir etkiye sahip değildir ( $P>0.05$ ). Farklı seviyelerde sodyum ve potasyum nitrat kullanımının pastırmanın  $a_w$  değeri üzerinde istatistiki açıdan önemli bir etkiye sahip olmadığı Doğruer vd (2003) tarafından da ortaya konulmuştur. Ancak pastırmanın su aktivitesi üzerinde kullanılan hammadde, tuzlama yöntemi, kullanılan tuz miktarı, kurutma derecesi, çemende bekletme ve çemenli kurutma süresi gibi çeşitli faktörlerin etkili olduğu belirtilmektedir (Gürbüz vd 2003; Doğruer 1992).

**Çizelge 4.5.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların  $a_w$  değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Nitrat Seviyesi	3	0,000	1,180
Blok	1	0,001	6,340
Hata	3	0,000	-
Genel	8	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması

Pastırma üretimi sırasında su aktivitesi zamana bağlı olarak düşüş göstermektedir (Kaban 2009). Muhafaza süresinin ilerlemesiyle kurumaya bağlı olarak nem miktarının azalmakta ve buna paralel olarak  $a_w$  değeri de düşmektedir (Gürbüz vd 1997). Doğruer vd (2001) farklı oranlarda nitrat kullanarak ürettikleri pastırma örneklerinde depolamanın ilk günde  $a_w$  değerlerini 0,809-0,911, 60. gününde ise 0,755-0,775 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Üretim sırasında uygulanan proseslerde özellikle tuzlama ve kurutma aşamalarında  $a_w$  değeri düşmektedir (Kaban 2009). Pastırmada  $a_w$  değerinin düşürülmesinde önemli etkiye sahip olan tuz üretimde genellikle %8-10 oranında kullanılmaktadır (Tekinşen ve Doğruer 2000; Kaban 2009; 2013). Mevcut bu araştırmada da et ağırlığı üzerinden %10 oranında tuz kullanılmıştır. Pastırma ve benzeri parça halde işlenen kuru kür edilmiş et ürünlerinde raf ömrünün sağlanmasında su aktivitesi önemli bir paya sahiptir.

Pastırma üretiminde su aktivitesinin düşmesine bağlı olarak Enterobacteriaceae sayısı düşmekte, laktik asit bakterileri ve özellikle de Gram(+) ve katalaz (+) pozitif koklar iyi bir gelişme göstermektedir (Kaban 2009). Parça halinde işlenen kuru kür edilmiş bazı ürünlerde katalaz pozitif koklar genellikle hakim flora durumundadır. Örneğin pastırmada aside hassas bu mikroorganizmalar pH'nın da uygun olması nedeni ile iyi bir gelişme gösterebilmektedir (Kaban 2009). Kuru kür edilmiş "lacón", "ham", "Iberian ham", "cecina" ve pastırma gibi ürünlerde katalaz pozitif kokların önemli bir kısmını ise koagülaz negatif stafilokoklar oluşturmaktadır (Kaya ve Kaban 2010).

#### 4.1.3. Kalıntı nitrit

Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların kalıntı nitrit değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Pastırmaların nitrit değerleri bir örnek hariç 20 ppm'in altında bulunmuştur. Pastırma üretiminde nitrat ve nitrit, renk oluşumu, küre lezzetinin sağlanması, acılaştırmanın önlenmesi ve antimikrobiyal aktivitesi açısından önemli katkı maddeleridir. Ancak bu etkilerin oluşabilmesi için nitrat kullanılan proseslerde nitratın nitrite indirgenmesi gerekmektedir (Kaya ve Kaban 2010). Nitratın nitrite indirgenmesinde de nitrat redüktaz aktivitesine sahip mikroorganizmalar önemli rol oynamaktadır. Diğer taraftan insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı kalıntı nitrat ve nitritin son üründe belirli değerlerin altında olması gerekmektedir.

**Çizelge 4.6.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların kalıntı nitrit değerleri (ppm)

Nitrat (ppm)	Blok	
	1	2
150	7,50	10,87
300	2,20	4,50
450	9,90	20,19
600	10,60	10,55

Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların kalıntı nitrit değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir. Buna göre kalıntı nitrat miktarı üzerinde nitrat seviyesinin istatistiki açıdan önemli bir etkisi söz konusu değildir ( $P>0,05$ ). Bu sonuca göre 600 ppm nitrat seviyesinde dahi kalıntı nitrit düzeyi sınır değer olarak verilen 50 ppm (Anonim 2002) 'in altındadır. Aksu and Kaya (2002a) tarafından potasyum nitrat ve starter kültür kullanımının pastırmanın bazı özelliklerine etkilerini belirlemek amacı ile yürütülen bir çalışmada küreleme ajanı olarak 750 ppm seviyesinde potasyum nitrat kullanılmış ve son üründe kalıntı nitrit seviyesinin kontrol grubunda 64,27-66,78, starter kültürü grubunda ise 73,70-75,62 ppm arasında değiştiği

tespit edilmiştir. Aynı çalışmada kalıntı nitrit/nitrat değerleri ise kontrol grubunda 76,15-78,03 ppm, starter kültürlü grupta ise 44,38-60,68 ppm olarak tespit edilmiştir. Parça halinde işlenen kür edilmiş kurutulmuş ürünler üzerinde yapılan diğer bir çalışmada ise ortalama nitrit miktarı 16,8 ppm, ortalama nitrit/nitrat miktarı ise 138,5 ppm olarak belirlenmiştir (Müller 1989).

**Çizelge 4.7.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların kalıntı nitrit değerlerine ait varyans analiz sonuçları

<b>Varyasyon kaynakları</b>	<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>
Nitrat Seviyesi	3	46,546	4,713
Blok	1	31,641	3,204
Hata	3	9,875	-
Genel	8	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması

Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği (Anonim 2013) pastırma üretiminde ne sodyum ne de potasyum nitrat kullanımına müsaade edilmektedir. Buna karşın Avrupa'da üretilen pastırma gibi parça halinde işlenen pek çok geleneksel et ürünüde nitrat kullanılmaktadır. Bu ürünler için Avrupa Birliğinin ilgili yönetmeliği son üründe kalıntı nitrat miktarını 250 mg/kg olarak sınırlandırmıştır. Kalıntı nitrit miktarı için ise 50 mg/kg sınır değeri verilmiştir. Bazı ürünlerde ise 300 mg/kg nitrat kullanımına ve 150 mg/kg nitrit kullanımına müsaade edilmiştir (Commission of Regulation (EU), 1129/2011).

#### **4.1.4. TBARS**

Tiyobarbütirik asit reaktif maddeler, lipit oksidasyonunun sekonder ürünleri olup, lipit oksidasyonunun bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Diğer taraftan lipit oksidasyonu pek çok aroma maddesinin de kaynağını oluşturmaktadır. Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların TBARS değerleri Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelgeden de görüldüğü üzere örneklerin TBARS değerleri 20,13 ile 38,05  $\mu\text{mol}$  MDA/kg arasında değişmiştir.

**Çizelge 4.8.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların TBARS değerleri ( $\mu\text{mol}$  MDA/kg)

Nitrat (ppm)	Blok	
	1	2
150	23,38	20,13
300	29,20	31,77
450	38,05	37,52
600	31,36	32,75

Çizelge 4.9’da verilen varyans analiz sonuçlarına göre nitrat seviyesinin pastırmanın TBARS değerleri üzerinde çok önemli ( $P < 0,01$ ) bir etkisi söz konusudur.

**Çizelge 4.9.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları ( $\mu\text{mol}$  MDA/kg)

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Nitrat Seviyesi	3	91,368	37,503**
Blok	1	0,053	0,022
Hata	3	2,436	-
Genel	8	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, \*\*  $P < 0,01$

Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.10’da verilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek ortalama değer 450 ppm  $\text{KNO}_3$  kullanılarak üretilen grupta belirlenmiştir ( $P < 0,05$ ). 300 ppm ile 600 ppm potasyum nitrat seviyeleri arasında ise istatistiki açıdan bir farklılık söz konusu olmamıştır ( $P > 0,05$ ). En düşük ortalama

değer ise 150 ppm potasyum nitrat ilave edilerek üretilen grupta belirlenmiş ve bu değer diğer gruplara ait ortalama değerlerden istatistiki açıdan farklılık göstermiştir ( $P<0,05$ ).

Pastırma üretimi süresince lipid oksidasyonunun devam ettiği ve buna bağlı olarak TBARS değerinin arttığı Kaban (2009) ve Erdemir (2012) tarafından da tespit edilmiştir. Kaban (2009) tarafından yapılan çalışmada üretimde nitrat kullanılmış ve son üründe 30  $\mu\text{mol}$  MDA/kg civarında TBARS değeri tespit etmiştir. Erdemir (2012) ise üretimde farklı nitrit seviyelerinin (0, 50, 100 ve 150 ppm  $\text{NaNO}_2$ ) etkilerini araştırmış ve son üründe en düşük ortalama TBARS değerini 29,087  $\mu\text{mol}$  MDA/kg olarak 150 ppm sodyum nitrit kullanılarak üretilen grupta belirlemiştir. Mevcut bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre en yüksek değer (37,52  $\mu\text{mol}$  MDA/kg) veren grupta dahil olmak üzere hiç bir grupta ransid tada duyuşal analizlerde rastlanılmamıştır.

**Çizelge 4.10.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ( $P<0,05$ ) ( $\mu\text{mol}$  MDA/kg)

Nitrat (ppm)	N	TBARS
150	2	21,26 $\pm$ 1,59a
300	2	30,49 $\pm$ 1,82b
450	2	37,52 $\pm$ 0,75c
600	2	32,06 $\pm$ 0,98b

$\pm$ : Standart sapma

a-c: Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır.

#### 4.1.5. Protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı

Kuru-kür edilmiş et ürünlerinde gerçekleşen en önemli reaksiyonlardan biri proteolizdir. Proteoliz sonucu peptitler ve serbest amino asitler gibi protein tabiatında olmayan azotlu maddelerin miktarı artmaktadır (Ceylan 2009; Kaban 2009; Soyer *et al.* 2011). Nitekim pastırma üretim prosesi süresince de proteoliz derecesinin göstergesi olan protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarının arttığı da bildirilmiştir (Aksu ve Kaya 2001; Kaban 2009).

Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların protein tabiatında olmayan azotlu madde içerikleri Çizelge 4.11’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere en düşük değer 3,78 g/100g, en yüksek değer ise 4,60 g/100g olarak belirlenmiştir. Benzer sonuçlar Aksu and Kaya, (2001b) ve Kaban (2009) tarafından da tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.11.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların protein tabiatında olmayan azotlu madde içerikleri (g / 100 g)

Nitrat (ppm)	Blok	
	1	2
150	4,86	3,78
300	4,59	4,38
450	4,60	4,68
600	4,56	4,28

Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı açısından gruplar arasında istatistiki açıdan bir farklılık söz konusu olmamıştır ( $P > 0,05$ ). Buna göre pastırma üretiminde nitrat miktarının 600 ppm’e kadar artırılması protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarında önemli bir değişime sebep olmamaktadır.

**Çizelge 4.12.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların protein tabiatında olmayan azotlu madde içeriklerine (g / 100 g) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Nitrat Seviyesi	3	0,050	0,382
Blok	1	0,328	2,489
Hata	3	0,132	-
Genel	8	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması

#### 4.1.6. Renk değerleri

Bir gıdanın tercih edilmesinde ilk belirleyici özellik renk olmaktadır. Kür edilmiş et ürünlerinde renk, kür ajanlarına ve uygulanan işlemlere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların L\*, a\* ve b\* değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.13’da verilmiştir. Örneklerde parlaklığın göstergesi olan L\* değeri 30,26 ile 36,57, kırmızılığın göstergesi olan a\* değeri 11,20 ile 15,75 ve sarı rengin göstergesi olan b\* değeri ise 2,21 ile 5,58 arasında değişmiştir. En yüksek L\* değeri 600 ppm nitrat kullanılarak üretilen grupta (1.blok), en yüksek a\* değeri ile en düşük b\* değeri 450 ppm nitrat içeren grupta (2. blok) belirlenmiştir.

**Çizelge 4.13.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların kesit yüzey renk değerleri

Renk Değerleri				
Nitrat (ppm)	Blok	L*	a*	b*
150	1	31,71	11,55	3,42
	2	32,74	11,81	5,58
300	1	30,26	12,33	3,42
	2	31,85	13,63	2,61
450	1	35,12	11,20	3,58
	2	33,55	15,75	2,21
600	1	36,57	13,27	3,79
	2	32,16	14,85	2,60

Parça halde işlenen et ürünlerinde özellikle nitrat kullanılan proseslerde katalaz pozitif kok ve koagülaz negatif mikroorganizmalar (özellikle *Staphylococcus* ve *Kocuria varians*) renk oluşumunda önemli bir role sahiptir. Nitrat, bu mikroorganizmaların sahip olduğu nitrat redüktaz aktivitesi ile nitrite dönüşmektedir. Nitritin parçalanması sonucu oluşan nitrik oksik (NO) ise myoglobini ile birleşerek kür edilmiş et rengi olan nitrosomyoglobini oluşturmaktadır (Gökalp vd 1994; Kaya ve Kaban 2010). Renk oluşumu, mikrobiyolojik, enzimatik ve kimyasal bir dizi karmaşık reaksiyonları içermektedir. Ancak renk oluşumunda, kullanılan kürleme ajanı (nitrat, nitrit ve nitrat/nitrit), hammadde pH’sı ve myoglobin içeriği, üretim prosesi gibi faktörler etkili olmaktadır (Vural ve Öztan 1992; Adamsen *et al.* 2006; Götterup *et al.* 2007).

Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmanın L\*, a\* ve b\* değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir. Buna göre ana varyasyon kaynağı olan nitrat seviyesinin üç değer üzerinde de önemli bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir (P>0,05). Ancak yukarıda Çizelge 4.13’deki sonuçlardan da görüldüğü üzere istatistiki açıdan önemli bir farklılık olmasa da 450 ve 600 ppm seviyeleri 150 ve 300 ppm nitrat içeren gruplara göre daha yüksek L\* ve a\* değerleri vermiştir.

Nitrat, pastırmada kullanılan en önemli kütleme ajanıdır (Anıl 1988; Gökalp vd 1994; Aksu and Kaya 2002a; Doğruer vd 2003; Öztan 2008; Kaban 2009). Genellikle potasyum nitrat olarak kullanılan bu kütleme ajanı üretimden önce tuza değişik oranlarda katılabilmekte ve hatta 1000 ppm’in üzerinde uygulamalara da rastlanılmaktadır. Mevcut bu araştırma sonuçları, renk oluşumu için çok yüksek dozlara ihtiyaç olmadığını göstermiştir.

**Çizelge 4.14.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların kesit yüzey renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

<b>L*</b>			
<b>Varyasyon kaynakları</b>	<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>
Nitrat seviyesi	3	5,353	1,416
Blok	1	1,411	0,373
Hata	3	3,780	-
Genel	8	-	-
<b>a*</b>			
Nitrat seviyesi	3	2,055	1,212
Blok	1	7,392	4,360
Hata	3	1,695	-
Genel	8	-	-
<b>b*</b>			
Nitrat seviyesi	3	1,104	0,803
Blok	1	0,183	0,133
Hata	3	1,375	-
Genel	8	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması

#### 4.1.7. Duyusal analiz sonuçları

Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların duyusal analiz sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere duyusal puanlar birbirlerine oldukça yakın çıkmıştır. Hedonik tip skala uygulanarak gerçekleştirilen duyusal analizde panalistler örnekler arasında önemli farklılıkların olmadığını sözlü olarak da ifade etmişlerdir. Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların duyusal analiz değerlendirmelerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16’da verilmiştir. Duyusal analizde değerlendirilen tüm parametreler (renk, tat, koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik) açısından nitrat seviyesinin istatistikî açıdan önemli bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir ( $P>0,05$ ).

**Çizelge 4.15.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların duyusal analiz sonuçları

Duyusal parametre	Nitrat (ppm)				
	Blok	150	300	450	600
Renk	1	6,48	6,73	7,57	6,84
	2	6,97	7,09	6,31	7,68
Tat	1	7,27	6,95	7,68	7,38
	2	7,79	6,85	6,42	7,18
Koku	1	7,20	7,39	7,45	7,43
	2	7,35	7,50	7,07	7,80
Tekstür	1	7,55	7,13	7,39	7,56
	2	7,72	7,50	6,42	7,19
Genel Kabul Edilebilirlik	1	7,11	6,95	7,44	6,48
	2	7,59	7,11	6,46	7,44

**Çizelge 4.16.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların duyu analizi değerlendirmelerine ait varyans analiz sonuçları

<b>Renk</b>			
<b>Varyasyon kaynakları</b>	<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>
Nitrat seviyesi	3	0,099	0,226
Blok	1	0,023	0,053
Hata	3	0,436	-
Genel	8	-	-
<b>Tat</b>			
Nitrat seviyesi	3	0,152	0,555
Blok	1	0,135	0,495
Hata	3	0,273	-
Genel	8	-	-
<b>Koku</b>			
Nitrat seviyesi	3	0,056	1,112
Blok	1	0,008	0,156
Hata	3	0,050	-
Genel	8	-	-
<b>Tekstür</b>			
Nitrat seviyesi	3	0,183	1,011
Blok	1	0,080	0,443
Hata	3	0,181	-
Genel	8	-	-
<b>Genel Kabul Edilebilirlik</b>			
Nitrat seviyesi	3	0,071	0,209
Blok	1	0,048	0,141
Hata	3	0,340	-
Genel	8	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması

#### 4.1.8. Uçucu bileşikler

Kür edilmiş et ürünlerinin tipik aromasının gelişiminde nitritin parçalanma ürünleri ile yağ ve karbonhidratların parçalanma ürünleri arasında gerçekleşen bazı kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar önemli rol oynamaktadır (Kaya ve Kaban 2010; Kaban 2013). Proteolitik parçalanma sonucu oluşan peptitler ve serbest amino asitler gibi protein yapısında olmayan azotlu bileşiklerin miktarı artmakta ve bu bileşikler doğrudan tat üzerinde etkili olabildikleri gibi uçucu bileşiklerin oluşumunda ön madde olarak da rol oynayabilmektedir. Diğer taraftan lipitler, proses sırasında kuvvetli bir degradasyona

yani lipolisiz ve oksidasyona uğramaktadır. Lipit oksidasyonu, hammaddenin bileşimi, kıyılma derecesi, tuz, nitrit, baharat, antioksidan gibi ekzojen bileşenlere oldukça bağlıdır.

Pastırma üretiminde gerçekleşen pek çok reaksiyon sonucunda çeşitli kimyasal gruplara giren uçucu bileşikler oluşmaktadır (Kaban 2009; Kaya ve Kaban 2010; Kaban and Kaya 2011).

Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların uçucu bileşiklerine ait veriler Çizelge 4.17’de verilmiştir. Dört farklı muamele grubunda toplam 46 bileşik tanımlanmıştır. Bu bileşikler alifatik hidrokarbonlar, sülfürlü bileşikler, aromatik hidrokarbonlar, aldehytler, terpenler, ketonlar, esterler, furanlar, asitler, alkoller ve nitrojenli bileşikler olmak üzere 11 farklı kimyasal grupta toplanmıştır.

**Çizelge 4.17.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların uçucu bileşiklerine ait değerler (Arbitrary Area Units ( $\times 10^{-6}$ ))

Bileşik adı	Blok	Nitrat (ppm)			
		150	300	450	600
1,3-Pentadien	1	3,17	9,52	13,40	51,92
	2	29,50	16,90	16,59	32,01
Hekzan	1	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	20,16	10,90	0,00	0,00
Metil thiiran	1	1,77	6,93	5,94	2,43
	2	17,41	3,75	0,00	0,00
Tiyoetan	1	2,47	6,05	2,10	0,00
	2	0,00	0,55	0,00	0,00
Allil metil sülfid	1	3,11	19,04	14,26	3,82
	2	6,97	3,72	2,22	2,12
Dimetil disülfid	1	0,00	3,47	4,38	0,00
	2	2,62	0,83	0,00	0,00
1-metil-1H- pirrol	1	0,00	2,04	1,55	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,00
2-metil-2-bütanal	1	1,15	4,72	3,83	2,08
	2	3,20	2,37	1,38	1,66
Toluen	1	5,56	2,24	0,80	0,00
	2	4,75	2,71	0,00	0,00

Çizelge 4.17 (devam)

3-metil-tiyofen	1	1,81	5,77	3,84	0,55
	2	3,13	2,61	1,67	0,00
2- Pentenal	1	0,59	1,45	0,62	0,00
	2	0,00	1,11	0,00	0,00
Hekzanal	1	52,07	69,90	13,51	8,28
	2	36,18	80,69	41,38	50,14
3,3'-tiyobis-1-propen	1	12,85	38,84	25,43	6,13
	2	17,53	7,58	7,31	4,20
2,4-dimetil- tiyofen	1	0,05	1,38	0,71	0,00
	2	1,38	2,95	0,60	0,00
Bütül propiyonat	1	8,32	1,55	0,44	0,00
	2	9,57	4,42	0,00	0,00
Heptanal	1	7,01	11,25	10,32	1,37
	2	8,70	10,36	5,59	4,25
Metil 2-propenil disülfid	1	7,13	20,41	20,37	7,38
	2	16,00	7,47	7,30	3,50
Metil-trans-propenil disülfid	1	1,33	3,87	5,24	1,77
	2	4,19	2,20	1,83	0,80
$\beta$ -myrcene	1	2,33	2,30	1,53	0,00
	2	1,31	0,73	0,36	0,00
2-pentil-furan	1	2,30	3,12	1,84	0,58
	2	2,37	2,07	1,72	0,83
2-heptenal	1	0,86	1,42	1,85	0,59
	2	1,59	1,00	1,87	1,27
2-metil- pentenoik asit	1	21,83	20,45	14,70	7,34
	2	14,85	20,16	16,52	10,21
Benzaldehit	1	70,58	59,55	58,12	14,46
	2	22,00	33,16	62,03	28,79
6-metil-5-hepten-2-on	1	2,65	1,03	1,23	0,00
	2	0,57	0,82	3,90	0,70
Oktanal	1	7,14	9,30	9,20	1,37
	2	7,79	11,37	8,14	3,93
D - Limonen	1	3,60	2,06	1,58	0,00
	2	2,09	1,36	0,52	0,00
Hekzanoik asit	1	3,10	7,36	5,21	0,97
	2	6,90	4,57	4,12	0,65
2,4-Hekzadienoik asit, metil ester	1	11,40	25,17	11,08	2,23
	2	6,12	7,87	5,47	2,98
2,4-Heptadienal	1	0,71	1,34	1,26	0,00
	2	0,91	1,64	1,12	0,44
3,5-Oktadien-2-ol	1	1,51	2,20	1,92	0,70
	2	4,00	1,83	1,79	1,47
Propil hekzanoat	1	15,92	9,02	7,07	3,33
	2	19,10	9,94	5,92	4,05

**Çizelge 4.17** (devam)

2- metil -1- propenil benzen	1	2,74	0,56	0,53	0,00
	2	1,04	0,97	0,00	0,00
Di-2-propenil disülfid	1	38,05	98,43	76,89	34,80
	2	60,65	24,17	37,52	23,19
Linalool	1	0,75	0,86	1,50	1,00
	2	1,53	1,71	0,57	0,40
Nonanal	1	26,52	53,11	38,96	16,40
	2	34,85	7,87	26,45	15,02
3,5-oktadien-2-on	1	1,20	1,44	2,39	0,78
	2	1,99	3,58	1,67	0,85
Hekzil bütanoat	1	14,06	7,39	3,16	1,39
	2	40,89	6,57	2,30	1,75
2-Nonenal	1	2,53	6,75	4,43	0,68
	2	7,84	5,18	2,97	1,71
1 metoksi -4- (1- propenil) benzen	1	14,02	7,46	3,25	1,21
	2	26,14	7,62	2,05	1,38
1-metilen -1H-Inden	1	0,00	0,00	1,79	0,47
	2	11,04	1,74	0,00	0,00
1, 3-bis (1,1dimetiletil)-benzen	1	1,15	1,99	1,02	0,00
	2	2,01	0,00	0,42	0,35
Tridekan	1	24,20	1,26	1,35	0,29
	2	19,24	1,26	0,54	0,31
2-metil-3-fenil-propanal	1	28,07	13,86	8,76	3,67
	2	26,60	9,05	6,62	3,57
Eugenol	1	2,98	3,74	2,49	1,51
	2	10,58	1,58	2,48	1,01
1,2-dimetoksi -4-(2 propenil)-benzen	1	12,24	10,33	8,28	5,07
	2	18,10	5,16	12,29	5,14
Karyofillen	1	3,47	3,03	2,55	1,08
	2	1,08	0,65	2,48	1,49

Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen aldehitlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir. Pastırma örneklerinde toplam 11 aldehit belirlenmiştir. Ancak nitrat seviyesi bu bileşiklerden sadece 2-pentanal, hekzanal, heptanal, oktanal ve 2-metil-3-fenil-propanal üzerinde  $P<0,05$  veya  $P<0,01$  seviyesinde etkili olmuştur (Çizelge 4.18)

**Çizelge 4.18.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen aldehitlere ait varyans analiz sonuçları

	<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>
2-metil-2-bütenal	3	2,128	1,138
2- Pentenal	3	1,254	7,668**
Hekzanal	3	1962,827	3,593*
Heptanal	3	44,264	5,861*
2-Heptenal	3	0,613	1,274
Benzaldehit	3	1025,426	2,321
Oktanal	3	43,617	6,313**
2,4-Heptadienal	3	1,202	3,250
Nonanal	3	246,716	1,335
2-Nonenal	3	17,670	1,109
2-metil-3-fenil-propanal	3	430,968	4,196*

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, \*\* P < 0,01, \*P<0,05

Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen aldehitlerin ortalama değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere istatistiki açıdan önemli bulunan aldehitlerden 2-metil-3-fenil propanal 150 ppm nitrat seviyesinde en yüksek değeri vermiştir. Bu bileşik için en düşük ortalama değer 600 ppm seviyesinde belirlenmiş ancak bu ortalama değer 300 ve 450 ppm seviyelerine ait ortalamalardan istatistiki olarak farklı bulunmamıştır (P>0,05). Pastırmanın uçucu profili içerisinde aldehitler önemli bir paya sahiptir (Kaban 2009; Kaban and Kaya 2011). Kaban and Kaya (2011) piyasa örnekleri üzerinde yürüttükleri araştırmada aldehitlerin total pik alanının %17,21 ve 43,80 arasında değiştiğini ve hekzanalin dominant bileşik olduğunu tespit etmişlerdir. Mevcut bu araştırmada ise en yüksek ortalama hekzanal değeri 300 ppm seviyesinde belirlenmiştir. Ancak bu ortalama değer 150 ppm seviyesine ait ortalama değerden istatistiki olarak farklı bulunmamıştır (P>0,05). Linoleik ve araşidonik asit gibi n-6 yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu oluşan hekzanalin yüksek seviyeleri et ürünlerinde sıklıkla ransiditenin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Ramirez and Cava 2007). Ancak bu araştırmada duyu analizde hiçbir grupta ransid tada rastlanılmamıştır. Heptanal ve oktanal açısından ise en düşük ortalama değerler 600 ppm nitrat seviyesinde belirlenmiştir (Çizelge 4.19).

**Çizelge 4.19.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların aldehitlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

	Nitrat (ppm)			
	150	300	450	600
2-metil -2-bütenal	2,18±1,67a	3,55±1,50a	2,60±1,52a	1,87±0,58a
2- Pentenal	0,30±0,59a	1,28±0,25b	0,31±0,62a	0,00±0,00a
Hekzanal	44,13±31,10ab	75,30±19,92b	27,45±19,59a	29,21±24,55a
Heptanal	7,86±2,54b	10,81±2,59b	7,96±3,39b	2,81±1,77a
2-Heptenal	1,23±0,83a	1,21±0,85a	1,86±0,46a	0,93±0,48a
Benzaldehit	46,29±35,79ab	46,36±16,93ab	60,08±12,87b	21,63±12,44a
Oktanal	7,46±1,52b	10,33±3,83b	8,67±2,69b	2,65±1,59a
2,4-Heptadienal	0,81±0,94ab	1,49±0,53b	1,19±0,16ab	0,22±0,44a
Nonanal	30,68±7,61a	30,49±26,99a	32,70±8,99a	15,71±4,99a
2-Nonenal	5,19±7,10a	5,97±2,73a	3,70±0,86a	1,19±0,84a
2-metil-3-fenil-propanal	27,34±18,99b	11,46±4,04a	7,69±1,52a	3,62±1,89a

±: Standart sapma

a-b: Aynı satırda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır.

Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen 10 sülfürlü bileşiğe ait sonuçlar Çizelge 4.20’de, bu bileşiklerin seviyelerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.21’de verilmiştir. Bu bileşiklerden yalnızca 3-metil-tiyofen  $P < 0,05$  seviyesinde önemli bulunmuştur. Pastırma üzerinde yürütülen diğer çalışmalarda da sülfürlü bileşikler belirlenmiştir (Kaban 2009; Kaban and Kaya 2011). Pastırmanın üretim aşamalarında uçucu bileşiklerin belirlendiği bir araştırmada sülfürlü bileşikler sadece son üründe belirlenmiş ve bu nedenle belirlenen sülfürlü bileşiklerin son aşamada kullanılan çemenden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır (Kaban 2009). Pastırma üretimini son aşamasında kullanılan çemenin bileşiminde bulunan sarımsağın pek çok sülfürlü bileşiğin kaynağı olduğu araştırmalarla ortaya konulmuştur (Ramirez and Cava 2007, Rahman 2007). Farklı işletmelerden sağlanan pastırmaların uçucu bileşiklerinin incelendiği diğer bir çalışmada ise 9 farklı sülfürlü bileşik belirlenmiş ve bu bileşiklerin oranlarının %20,32 ile 44,90 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Kaban and Kaya 2011).

**Çizelge 4.20.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen sülfürlü bileşiklere ait varyans analiz sonuçları

	<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>
Metil thiiran	3	52,612	1,684
Thietan	3	7,649	2,953
Allil metil sülfid	3	54,304	1,990
Dimetil disülfid	3	4,210	1,425
3-metil tiyofen	3	10,477	5,776*
3,3'-thiobis-1-propen	3	221,399	2,035
2,4-dimetil tiyofen	3	3,345	1,735
Metil 2-propenil disülfid	3	63,682	1,503
Metil-trans-propenil disülfid	3	3,747	0,788
Di-2-propenil disülfid	3	825,059	1,299

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, \*P<0,05

**Çizelge 4.21.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların sülfürlü bileşiklere ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

	<b>Nitrat (ppm)</b>			
	<b>150</b>	<b>300</b>	<b>450</b>	<b>600</b>
Metil thiiran	9,59±9,57a	5,34±2,54a	2,97±3,45a	1,21±2,43a
Thietan	1,23±2,47ab	3,30±3,22b	1,05±1,22ab	0,00±0,00a
Allil metil sülfid	5,04±3,76a	11,38±8,90a	8,24±7,64a	2,97±1,14a
Dimetil disülfid	1,31±1,63a	2,15±1,67a	2,19±2,65a	0,00±0,00a
3-metil tiyofen	2,47±1,68b	4,19±1,89b	2,76±1,30b	0,28±0,55a
3,3'-thiobis-1-propen	15,19±7,18ab	23,21±19,17b	16,37±12,58ab	5,17±1,62a
2,4-dimetil tiyofen	0,71±0,77a	2,17±2,59a	0,66±0,65a	0,00±0,00a
Metil 2-propenil disülfid	11,57±7,38a	13,94±7,66a	13,84±8,55a	5,44±2,42a
Metil-trans-propenil-disülfid	2,76±3,08a	3,04±1,89a	3,54±2,13a	1,29±0,80a
Di-2-propenil disülfid	49,35±20,96a	61,30±43,61a	57,21±27,45a	28,99±10,60a

±: Standart sapma

a-b: Aynı satırda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır.

Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen ketonlara ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22'de verilmiştir. 1,3-pentadien, 6-metil-5-hepten-2-on ve 3,5-oktadien-2-on olmak üzere üç keton belirlenmiştir. Bu bileşiklerin hiçbiri istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (P>0,05).

**Çizelge 4.22.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen ketonlara ait varyans analiz sonuçları

	<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>
1,3-Pentadien	3	741,779	2,275
6-metil-5-hepten-2-on	3	3,633	2,626
3,5-oktadien-2-on	3	1,877	1,087

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler ortalaması

Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen ketonlara ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.23’de verilmiştir. Belirlenen ketonlar içerisinde tüm gruplarda en yüksek değer 1,3-Pentadien’de belirlenmiştir. Pastırma üzerinde uçucu bileşiklerin araştırıldığı çalışmalarda da benzer şekilde ketonların sayısı ve %değerlerinin düşük olduğu belirtilmiştir (Kaban 2009; Kaban and Kaya 2011). Pastırma üretiminde kullanılan hammadde de ketonlara rastlanmadığı ancak üretim sırasında bazı ketonların oluştuğu Kaban (2009) tarafından yapılan araştırmada belirlenmiştir.

**Çizelge 4.23.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen ketonlara ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

	<b>Nitrat (ppm)</b>			
	<b>150</b>	<b>300</b>	<b>450</b>	<b>600</b>
1,3 -Pentadien	16,34±15,75a	13,21±7,42a	15,00±17,52a	41,96±24,69a
6-metil-5-hepten-2-on	1,61±1,32a	0,93±0,68a	2,57±1,65a	0,35±0,50a
3,5 - oktadien -2-on	1,60±1,96a	2,51±1,90a	2,03±0,64a	0,82±0,34a

±: Standart sapma

a: Aynı satırda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır.

Pastırma örneklerinde toluen, 2-metil-1-propenil-benzen, 1-metoksi-4-(1-propenil)-benzen, 1-metilen-1H-Inden, 1,3-bis(1,1-dimetiletil)-benzen, ve 1,2-dimetoksi-4-(2-propenil)-benzen olmak üzere 6 farklı aromatik hidrokarbon belirlenmiştir. Bu bileşiklere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.24’de verilmiştir. Aromatik hidrokarbonların kaynakları oldukça farklılık göstermektedir. Bu bileşiklerden toluen, lipit degradasyonundan oluşabildiği gibi hayvan yemlerinden de kaynaklanabilmektedir (Berdagué *et al.* 1993; Meynier *et al.* 1999). Diğer taraftan bu bileşiğin amino asit katabolizması sonucu da oluşabileceği Marco *et al.* (2008) tarafından bildirilmiştir.

Mevcut bu çalışmada belirlenen bileşikler içerisinde toluen,  $P < 0,05$  seviyesinde istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Belirlenen diğer 5 bileşik ise istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ( $P > 0,05$ ).

**Çizelge 4.24.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen aromatik hidrokarbonlara ait varyans analiz sonuçları

	<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>
Toluen	3	22,340	3,820*
2- metil-1- propenil-benzen	3	2,799	1,768
1- metoksi-4-(1- propenil)-benzen	3	292,859	1,771
1-metilen-1H-Inden	3	23,904	1,479
1, 3-bis-(1,1- dimetiletil)-benzen	3	1,367	0,934
1,2-dimetoksi-4-(2-propenil)-benzen	3	73,495	0,885

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, \* $P < 0,05$

Pastırma örneklerinde belirlenen aromatik hidrokarbonlara ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.25’de verilmiştir. İstatistiki açıdan önemli bulunan toluen seviyelerine ait ortalamalardan da anlaşıldığı üzere nitrat seviyesi arttıkça toluen miktarında düşüşler kaydedilmiş ve 600 ppm seviyesinde bu bileşiğe rastlanılmamıştır. Son ürünün toluen içermediği Kaban (2009) tarafından da tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.25.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen aromatik hidrokarbonlara ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

	<b>Nitrat (ppm)</b>			
	<b>150</b>	<b>300</b>	<b>450</b>	<b>600</b>
Toluen	5,16±4,56b	2,47±0,29ab	0,40±0,80a	0,00±0,00a
2- metil-1-propenil- benzen	1,89±2,39a	0,76±0,52a	0,27±0,32a	0,00±0,00a
1- metoksi-4-(1- propenil)-benzen	20,08±24,29a	7,54±5,11a	2,65±0,89a	1,30±0,51a
1-metilen-1H-Inden	5,52±7,87a	0,87±1,74a	0,90±1,79a	0,24±0,47a
1,3-bis-(1,1- dimetiletil)-benzen	1,58±1,95a	0,99±1,15a	0,72±0,51a	0,17±0,35a
1,2-dimetoksi-4-(2-propenil) - benzen	15,17±13,67a	7,74±3,34a	10,28±10,30a	5,11±1,43a

±: Standart sapma

a-b: Aynı satırda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır.

Alifatik hidrokarbonlar yüksek eşik değerlerine sahip olduklarından dolayı kuru kür edilmiş et ürünlerinin aroması üzerine etkisi oldukça sınırlı olan bileşikleridir (Ramirez and Cava 2007). Mevcut bu araştırmada iki alifatik hidrokarbon belirlenmiştir (Çizelge 4.17). Her iki bileşik üzerinde de nitrat seviyesi  $P < 0,05$  seviyesinde etkili olmuştur (Çizelge 4.26). Lipit oksidasyonunun sekonder ürünleri olan alifatik hidrokarbonlar pastırma ile ilgili olarak yürütülen diğer çalışmalarda da farklı seviyelerde belirlenmiştir (Kaban 2009; Kaban and Kaya 2011).

**Çizelge 4.26.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen alifatik hidrokarbonlara ait varyans analiz sonuçları

Alifatik hidrokarbonlar	SD	KO	F
Hekzan	3	94,685	3,613*
Tridekan	3	425,956	3,965*

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, \* $P < 0,05$

Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen alifatik hidrokarbonlara ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir. Lipit oksidasyonu ürünleri olan bu bileşiklerin miktarı Çizelge 4.27’den de görüldüğü gibi nitrat seviyesinin artması ile düşüş göstermiştir. Benzer durum aromatik hidrokarbonlarda da görülmüştür.

**Çizelge 4.27.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen alifatik hidrokarbonlara ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

	Nitrat (ppm)			
	150	300	450	600
Hekzan	10,08±11,68b	5,45±6,32ab	0,00±0,00a	0,00±0,00a
Tridekan	21,72±19,78b	2,18±1,85a	0,95±0,68a	0,30±0,35a

±: Standart sapma

a-b: Aynı satırda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır.

Et ürünlerinde esterler genellikle karboksilik asitlerin ve alkollerin esterifikasyonu sonucu oluşmaktadır. Etil ester gibi düşük molekül ağırlıklı esterler, karbonhidrat metabolizması sonucunda oluşabilmektedir (Rotsachakul *et al.* 2008). Diğer taraftan

nitrat kullanılarak üretilen fermente et ürünü örneklerinde etil asetat seviyesinin nitrit kullanılan örneklere göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Olesen *et al.* 2004). Mevcut bu çalışmada 4 ester belirlenmiştir. Bu bileşiklere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.28'de verilmiştir. Nitrat seviyesi bütül propiyonat üzerinde  $P < 0,05$ , 2,4-hekzadienoik asit, metil ester ve propil hekzanoat üzerinde ise  $P < 0,01$  seviyesinde etkili olmuştur. Hekzil bütanoat üzerinde ise nitrat seviyesinin istatistiki olarak bir etkisi olmamıştır ( $P > 0,05$ ).

**Çizelge 4.28.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen esterlere ait varyans analiz sonuçları

	<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>
Bütül propiyonat	3	69,460	6,042*
2,4-hekzadienoik asit, metil ester	3	130,739	7,820**
Propil hekzanoat	3	142,369	11,094**
Hekzil bütanoat	3	583,898	3,118

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, \*\*  $P < 0,01$ , \* $P < 0,05$

Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen esterlere ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.29'da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere 2,4-hekzadienoik asit, metil ester hariç belirlenen diğer esterlerin seviyesi nitrat seviyesi arttıkça düşmüştür. Ancak bütül propiyonat ile propil hekzanoat bileşiklerinin 300, 450 ve 600 ppm seviyelerine ait ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksız bulunmuştur. En yüksek 2,4-hekzadienoik asit, metil ester seviyesi 300 ppm nitrat kullanılan pastırma örneklerinde belirlenmiştir. Aromatik ve alifatik hidrokarbonlarda olduğu gibi esterlerde de nitrat seviyesi arttıkça genellikle bir düşüş gözlenmiştir.

**Çizelge 4.29.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen esterlere ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

	Nitrat (ppm)			
	150	300	450	600
Bütül propiyonat	8,95±6,32b	2,99±1,78a	0,22±0,44a	0,00±0,00a
2,4-hekzadienoik asit, metil ester	8,76±3,08a	16,52±10,07b	8,28±3,38a	2,60±1,30a
Propil hekzanoat	17,51±6,76b	9,48±0,71a	6,50±1,22a	3,69±0,71a
Hekzil bütanoat	27,47±27,17a	6,98±1,46a	2,73±0,57a	1,57±0,21a

±: Standart sapma

a-b: Aynı satırda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır.

Terpenler genellikle biber başta olmak üzere baharat kaynaklı olarak düşünülmektedir (Hinrichse and Pedersen 1995). Bununla beraber bazı terpenlerin hayvan yemlerinde var olmalarının bir sonucu olarak ette bulunabileceği belirtilmiştir (Ansorena *et al.* 2001). Pastırma üzerinde yürütülen bir araştırmada hammadde de alfa-pinen, beta-pinen, 3-karen, D-limonen ve o-cymol olmak üzere toplam 5 terpen belirlenmiş ve bu terpenlerin hayvan beslenmesi ile alakalı olduğu sonucuna varılmıştır (Kaban 2009). Mevcut bu çalışmada  $\beta$ -myrcene, D-limonen, linalool, eugenol ve karyofillen olmak üzere toplam 5 terpen belirlenmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre bu bileşiklerden sadece  $\beta$ -myrcene ( $P<0,05$ ) ve D-limonen ( $P<0,01$ ) üzerinde nitrat seviyesinin önemli etkisi olmuştur.

**Çizelge 4.30.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen terpenlere ait varyans analiz sonuçları

	SD	KO	F
$\beta$ -Myrcene	3	2,572	3,625*
D-Limonen	3	5,689	6,638**
Linalool	3	0,247	0,223
Eugenol	3	23,165	0,946
Karyofillen	3	1,172	0,578

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, \*\*  $P < 0,01$ , \* $P<0,05$

Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen terpenlere ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.31'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere istatistiki bakımdan önemli bulunan  $\beta$ -myrcene ve D-

limonen bileşiklerinin seviyeleri nitrat seviyesi arttıkça düşmüş ve hatta 600 ppm seviyesinde belirlenememiştir.

**Çizelge 4.31.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen terpenlere ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

	Nitrat (ppm)			
	150	300	450	600
β-Myrcene	1,82±1,50b	1,52±0,91b	0,94±0,83ab	0,00±0,00a
D -Limonen	2,84±1,76c	1,71±0,56bc	1,05±0,80ab	0,00±0,00a
Linalool	1,14±1,47a	1,28±0,99a	1,04±0,77a	0,70±0,56a
Eugenol	6,78±9,26a	2,66±1,27a	2,49±2,04a	1,26±0,49a
Karyofillen	2,28±1,64a	1,84±1,47a	2,52±2,03a	1,29±0,29a

±: Standart sapma

a-c: Aynı satırda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır.

Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen nitrojenli bileşiklere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.32’de ve bu bileşiklerin ortalama değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.33’de verilmiştir. Belirlenen iki bileşikten sadece 1-metil-1H- pirrol üzerinde nitrat seviyesi istatistiki açıdan önemli ( $P<0,05$ ) etkide bulunmuştur (Çizelge 4.32). Bu bileşik Soto *et al.* (2008) tarafından da kuru kür edilmiş loin’de belirlenmiştir.

**Çizelge 4.32.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen nitrojenli bileşiklere ait varyans analiz sonuçları

	SD	KO	F
1-metil-1H- pirrol	3	1,116	3,599*

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, \* $P<0,05$

**Çizelge 4.33.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen nitrojenli bileşiklere ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

	Nitrat (ppm)			
	150	300	450	600
1-metil- 1H- pirrol	0,00±0,00a	1,02±1,18b	0,78±0,91ab	0,00±0,00a

±: Standart sapma

a-b: Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır.

Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda sadece bir alkol (3,5-oktadien-2-ol) belirlenmiştir. Ancak kullanılan nitrat seviyesinin 3,5-oktadien-2-ol üzerinde herhangi bir etkisi olmamıştır ( $P>0,05$ ) (Çizelge 4.34). Kaban and Kaya (2011) tarafından yapılan araştırmada piyasadan temin edilen pastırma örneklerinde 3,5-oktadien-2-ol de dahil olmak üzere toplam 10 farklı alkol belirlenmiştir. Kaban (2009) tarafından yürütülen araştırmada ise pastırmada proses süresince 5 farklı alkol saptanmıştır. Düşük koku eşik değerleri nedeni ile fermente kuru et ürünlerinde önemli bir aroma bileşeni olan alkollerin en önemli kaynakları lipit oksidasyonu, karbonhidrat metabolizması ve amino asit katabolizmasıdır (Mateo and Zumalacarregui 1996).

**Çizelge 4.34.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen alkollere ait varyans analiz sonuçları

	<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>
3,5-Oktadien-2-ol	3	1,877	1,087

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması

Mevcut bu çalışmada belirlenen 2-pentil-furan, pastırmada daha önce yürütülen bir araştırmada da belirlenmiştir (Kaban 2009). Ayrıca bu bileşik kür edilmiş loin (Muriel *et al.* 2004), Iberian ham (Ruiz *et al.* 1999), kuru kür edilmiş ham (Flores *et al.* 1997) gibi parça halinde işlenen diğer et ürünlerinde de belirlenmiştir. Isıl işlem sırasında oluştuğu bilinen bu bileşiğin linoleik asitin oksidasyonu sonucu da oluşabileceği bildirilmiştir (Ruiz *et al.* 1999). 2-pentil-furan bileşiğine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.35, ortalamalara ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.36'da verilmiştir. Nitrat seviyesinin çok önemli ( $P<0,01$ ) derece de etkili olduğu bu bileşiğin miktarı 600 ppm seviyesinde düşmüştür. Çizelge 4.36'dan da görüldüğü üzere en yüksek ortalama değer 150 ppm seviyesinde belirlenmiş ancak bu ortalama değer 300 ve 450 ppm seviyelerine ait ortalama değerden istatistiki olarak önemli bir farklılık göstermemiştir ( $P>0,05$ ).

**Çizelge 4.35.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen furanlara ait varyans analiz sonuçları

	<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>
2-pentil-furan	3	2,804	10,562**

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması,\*\* P < 0,01

**Çizelge 4.36.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen furanlara ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

	<b>Nitrat (ppm)</b>			
	<b>150</b>	<b>300</b>	<b>450</b>	<b>600</b>
2-pentil-furan	2,34±0,37b	2,60±0,80b	1,78±0,47b	0,71±0,17a

±: Standart sapma

a-b:Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır.

Pastırma üzerinde yürütülen bir çalışmada 3-metil bütanoik asit ve hekzanoik asit olmak üzere iki farklı asit belirlenmiştir (Kaban and Kaya 2011). Mevcut bu çalışmada ise pastırma örneklerinde 2-metil-pentanoik asit ve hekzanoik asit belirlenmiştir. Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen asitlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.37’de verilmiştir. Araştırmada ana varyasyon kaynağı olan nitrat seviyesi 2-metil- pentanoik asit üzerinde P<0,05 ve hekzanoik asit üzerinde P<0,01 düzeyinde etkili olmuştur. Her iki bileşiğe ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.38’de verilmiştir. En düşük ortalama hekzanoik asit seviyesi 600 ppm nitrat içeren grupta belirlenmiştir. 150, 300 ve 450 ppm seviyeleri ise istatistiki olarak birbirlerinden farklı bulunmamıştır (P>0,05). 2-metil pentanoik asit açısından ise en düşük ortalama değer yine 600 ppm seviyesinde belirlenmiştir. Ancak bu seviyeye ait ortalama değer 450 ppm seviyesine ait ortalama değerden istatistiki olarak bir farklılık göstermemiştir (P>0,05). 150 ve 300 ppm seviyelerine ait ortalama 2-metil pentanoik asit değerleri de istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmamıştır (P >0,05) (Çizelge 4.38).

**Çizelge 4.37.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen asitlere ait varyans analiz sonuçları

	<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>
2-metil pentanoik asit	3	101,485	3,934*
Hekzanoik asit	3	20,575	6,768**

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması \*\* P < 0,01, \*P<0,05

**Çizelge 4.38.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen asitlere ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

	<b>Nitrat (ppm)</b>			
	<b>150</b>	<b>300</b>	<b>450</b>	<b>600</b>
2-metil- pentanoik asit	18,34±6,13b	20,31±6,12b	15,61±3,92ab	8,78±2,15a
Hekzanoik asit	5,00±2,37b	5,97±1,71b	4,67±1,28b	0,81±0,97a

±: Standart sapma

a-b:Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır.

## 5. SONUÇ

Araştırmada pastırma üretiminde kütleme ajanı olarak yaygın bir şekilde kullanılan nitratin farklı seviyelerinin (150, 300, 450 ve 600 ppm) uçucu bileşikler ile bazı fizikokimyasal özellikler üzerine etkileri araştırılmıştır. Ayrıca farklı nitrat seviyelerinin pastırmanın duyuşsal karakteristikleri de incelenmiştir. Araştırmada materyal olarak sığır karkasından elde edilen *M. Longissimus dorsi* kası kullanılmış ve üretimde %10 düzeyinde tuz (NaCl) kullanılmıştır. Nitrat, et ağırlığı üzerinden ppm düzeyinde hesaplanarak tuz ile birlikte kullanılmıştır. Pastırma üretimi sıcaklık, nispi rutubet ve hava cereyanı otomatik olarak kontrol edilebilen klima kabiniinde gerçekleştirilmiştir. Üretimi müteakiben her bir gruba ait pastırmalar dilimlendikten sonra değişik analizlere tabi tutulmuştur. Araştırmada elde edilen verilerden aşığıda belirtilen genel sonuç ve önerilere varılmıştır.

1. Farklı seviyelerde nitrat kullanımı pastırmanın pH değerinde istatistiki olarak bir artışa neden olmuştur. Ancak bu artış 150 ppm ile 600 ppm nitrat seviyelerinde 0,1 birimden daha düşük olmuştur. Her dört gruba ait pastırmanın pH değeri Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliğinde belirtilen sınır değerin (en çok 6,00) altında bulunmuştur. Diğer taraftan pastırma örneklerinin pH değeri literatürde sıklıkla belirtilen 5,5 limitinin üzerinde bulunmuştur.

2. Pastırmada önemli bir engel etken olan  $a_w$  değeri üzerinde nitrat seviyesinin önemli bir etkisi olmamıştır. Tüm pastırma gruplarında  $a_w$  değeri 0,90'nın altında belirlenmiştir.

3. Kür edilmiş et ürünlerinde kalıntı nitrit miktarı önemli bir kalite kriteri olarak değerlendirilmektedir. Bu tip et ürünlerinde nitritin aminlerle birleşerek nitrozaminleri oluşturması ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Bu nedenle son üründe kalıntı nitrit miktarının düşük olması arzu edilmektedir. Araştırmada farklı nitrat seviyeleri kullanılmasına rağmen kalıntı nitrit seviyelerinde başlangıç nitrat seviyelerine bağlı bir

değişim gözlenmemiş ve tüm pastırma gruplarında kalıntı nitrit seviyesi 50 ppm'in çok altında bulunmuştur.

**4.** Lipit oksidasyonunun bir göstergesi olan ve bu reaksiyon dizisinde oluşan sekonder ürünlerden biri olan tiobarbütirik asit reaktif maddelerin miktarı kullanılan nitrat seviyesine bağlı bir sonuç vermemiştir. En yüksek TBARS değerini veren örnek grubunda dahi ransid tada rastlanılmamıştır. TBARS değerlerindeki farklılıkların muhtemel nitrat redüktaz aktivitesi farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

**5.** Proteolizinin bir göstergesi olan protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı diğer kür edilmiş kurutulmuş/olgunlaştırılmış et ürünlerinde olduğu gibi pastırmada da artmaktadır. Araştırmada pastırma örneklerinde belirlenen değerler birbirlerine oldukça yakın çıkmış ve buna bağlı olarak istatistiki açıdan önemli bir farklılık görülmemiştir. Muamele gruplarının tümünde protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı 5 g/100g'dan daha düşük çıkmıştır. Pastırma gibi nem ve yağ oranı düşük ancak protein oranı yüksek ürünlerde bu seviyeler kabul edilebilir değerlerdir. Daha önce yürütülen araştırmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

**6.** Et ve et ürünlerinde tüketici açısından en belirleyici kalite kriteri olan renk mevcut bu araştırmada hem aletsel olarak hem de duyuşal olarak tespit edilmiştir. Aletsel olarak yapılan ölçümde örneklerin L\*, a\* ve b\* değerleri belirlenmiştir. Kullanılan nitrat seviyelerinin ölçülen bu değerler üzerinde istatistiki açıdan önemli bir etkisi olmamıştır. Ancak örneklerin L\*, a\* ve b\* değerleri daha önce yapılan araştırmalarda belirlenen değerlere yakın çıkmıştır. Araştırma sonuçlarına göre 150 ppm seviyesinde de renk açısından olumsuz bir sonuç ile karşılaşılmamıştır.

**7.** Nitrat seviyesinin farklılığı, pastırma örneklerinin renk, tat, koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik gibi duyuşal parametreleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olmamıştır.

**8.** Farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalarda toplam 46 bileşik tanımlanmıştır. Bu bileşikler alifatik hidrokarbonlar, sülfürlü bileşikler, aromatik

hidrokarbonlar, aldehitler, terpenler, ketonlar, esterler, furanlar, asitler, alkoller ve nitrojenli bileşikler olmak üzere 11 farklı kimyasal grupta toplanmıştır.

**9.** Pastırmanın uçucu bileşikleri içerisinde önemli bir paya sahip olan aldehitlerden 2-metil-3-fenil-propanal 150 ppm nitrat seviyesinde en yüksek değeri vermiştir. En yüksek ortalama hekzanal değeri 300 ppm seviyesinde belirlenmiştir. Ancak bu ortalama değer 150 ppm seviyesine ait ortalama değerden istatistiki olarak farklı bulunmamıştır. Heptanal ve oktanal açısından ise en düşük ortalama değerler 600 ppm nitrat seviyesinde belirlenmiştir. Aldehitlerde genel olarak 600 ppm seviyesinde önemli düşüşlerin olduğu gözlenmiştir.

**10.** Pastırma çemeninde kullanılan sarımsaktan kaynaklandığı düşünülen sülfürlü bileşikler içerisinde istatistiki açıdan sadece 3-metil tiyofen önemli bulunmuştur. Belirlenen ketonlar üzerinde ise nitrat seviyesinin önemli bir etkisi olmamıştır.

**11.** Pastırma örneklerinde toluen, 2-metil-1-propenil-benzen, 1-metoksi-4-(1-propenil) benzen, 1-metilen-1H-Inden, 1,3-bis (1,1-dimetiletıl)-benzen ve 1,2-dimetoksi-4-(2-propenil)-benzen olmak üzere 6 farklı aromatik hidrokarbon belirlenmiştir. Bu bileşiklerden sadece toluen üzerinde nitrat seviyesinin istatistiki açıdan bir etkisi olmuş, nitrat seviyesi arttıkça toluen seviyesi düşmüş ve hatta 600 ppm'de bu bileşik belirlenememiştir. Pastırma örneklerinde alifatik hidrokarbon olarak ise hekzan ve tridekan belirlenmiştir. Her iki bileşik de nitrat seviyesi arttıkça azalmıştır.

**12.** Kullanılan nitrat seviyesi bütıl propionoat üzerinde önemli, 2,4-hekzadienoik asit metil ester ve propil hekzanoat üzerinde ise çok önemli seviyede etkili olmuştur. 2,4-hekzadienoik asit, metil ester hariç belirlenen diğer esterlerin seviyesi nitrat seviyesi arttıkça düşmüştür.

**13.** Araştırmada muamele gruplarında toplam 5 terpen belirlenmiştir. Bu bileşiklerden beta mirsen ve D-limonen'nin seviyeleri kullanılan nitrat seviyesi arttıkça düşmüş ve hatta 600 ppm seviyesinde her iki bileşik de belirlenememiştir. Diğer terpenlerde de

istatistiki açıdan önemli olmasa da nitrat seviyesine bağlı olarak genellikle düşüş gözlenmiştir.

**KAYNAKLAR**

- Adamsen, C.E., Møller, J.K.S., Laursen, K., Olsen, K., Skibsted, L. H., 2006. Zn-porphyrin formation in cured meat products: Effect of added salt and nitrite. *Meat Science*, 72, 672–679.
- Aksu, M.İ., Kaya, M., 2001a. Erzurum piyasasında tüketime sunulan pastırmaların bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25, 319-326.
- Aksu, M. I., Kaya, M. 2001b. The effect of starter culture use in pastırma production on the properties of end product. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25(6), 847–854.
- Aksu, M.İ., Kaya, M., 2002a. Some microbiological and chemical properties of pastırma produced using potassium nitrate and starter culture. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26(1), 125–132.
- Aksu, M.I., Kaya, M., 2002b. The possibilities for the use of commercial starter cultures in pastırma production. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26(4), 917–923.
- Aksu, M.I., Kaya, M., 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(2), 237-242.
- Aksu, M.I., Kaya, M., 2005. Effect of storage temperatures and time on shelf-life of sliced and modified atmosphere packaged pastırma, a dried meat product, produced from beef. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(8), 1305-1312.
- Aktaş, N., Aksu, M.I., 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.
- Anıl, N., 1988. Türk pastırması; modern yapım tekniğinin geliştirilmesi ve vakumla paketlenerek saklanması. *Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 4(1), 363-375.
- Anonymous, 1989. Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach 35 LMBG. Untersuchung von Lebensmitteln. Bestimmung des Gehaltes an Nichtprotein-Stickstoffsubstanz in Fleischerzeugnissen.
- Anonim, 1991. Pastırma Standardı. Pastırma yapım kuralları. T.S. No: 9268/Nisan 1991. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2002. Pastırma Standardı. Pastırma. T.S. No: 1071/Şubat 2002. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2008. Türk Gıda Kodeksi Renklendiriciler ve Tatlandırıcılar Dışındaki Gıda Katkı Maddeleri Tebliği. Tebliğ no: 2008/22. Sayı: 26883. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- Anonim, 2012. Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği. Tebliğ no: 2012/74. Sayı: 28488. Ankara.
- Anonim, 2013. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği. Sayı: 28693. Ankara.

- Ansorena, D., Gimeno, O., Astiasaran, I., Bello, J., 2001. Analysis of volatile compounds by gc–ms of a dry fermented sausage: chorizo de pamplona. *Food Research International*, 34, 67–75.
- 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.
- Arslan, A., Gonulalan, Z., Kok, F., Dincoglu, A. H., Servi, K., Kara, H., Doğan, I., 1999. Investigation of the survival of *L. monocytogenes* 4B SLCC 4013 strain in pastrami. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 23(2), 309–315.
- Baseler, L.J., 2009. A comparison of residual nitrite and nitrate, lipid oxidation, cut-surface color, and sensory and visual characteristics for nitrite-added and no-nitrite- or -nitrate-added Canadian-style bacon. Master of Science, Iowa State University, Ames, Iowa.
- Bayraktar, N., Gökçe, R., Ergün, Ö., 1998. Gıdalarda nitrat ve nitrit kalıntılarının insan sağlığı üzerine etkileri. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 28, 28-30.
- Berdagué, J. L., Monteil, P., Montel, M. C., Talon, R., 1993. Effects of starter cultures on the formation of flavour compounds in dry sausage. *Meat Science*, 35(3), 275–287.
- Cammack, R., Joannou, C.L., Cui, X.Y., Martinez, C.T., Maraj, S.R., Hughes, M.N., 1999. Review: Nitrite and nitrosyl compounds in food preservation. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1411, 475-488.
- Cassens, R.G., Ito, T., Lee, M., Buege, D., 1978. The use of nitrite in meat. *Bioscience*, 28 (10), 633-637.
- Cassens, R.G., 1994. Meat preservation. Preventing losses and assuring safety. Food and Nutrition Press Inc, Trumbull, CT.
- Ceylan, S., 2009. Bazı pastırma çeşitlerinin (sırt, bohça, şekerpare) serbest amino asit kompozisyonu. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzurum.
- Commission of Regulation (EU) No 1129/2011 of 11 November 2011 amending Annex II to Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council by establishing a Union list of food additives. L295 (12/11/2011).
- Demirezen, D., Uruç, K., 2006. Comparative study of trace elements in certain fish, meat and meat products. *Meat Science*, 74, 255-260.
- Doğruer, Y., 1992. Farklı tuzlama süreleri ve baskılama ağırlıklarının pastırma kalitesine etkileri üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi. Konya.
- Doğruer, Y., 1995. Konya’da tüketime sunulan pastırmaların kalitesi. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 11(2), 77-81.
- Doğruer, Y., Nizamlıoğlu, M. ve Gürbüz, Ü. 1998. Çeşitli çemen karışımlarının pastırma kalitesine etkisi II: Mikrobiyolojik nitelikler. *Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 22 (3), 221-229.
- Doğruer, Y., Yalçın, S., Gürbüz, U., Güner, A., 2001. Sodyum ve potasyum nitratın depolama süresince pastırmanın kalitesine etkisi. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 17(4), 37-42.
- Doğruer, Y., Güner, A., Gürbüz, Ü., Uçar, G., 2003. Sodyum ve potasyum nitratın üretim periyodu süresince pastırmanın kalitesine etkisi. *Turkish journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27, 805-811.

- Doğruer, Y., Güner, A., 2005. Effect of using sodium and potassium nitrate on degrading and residual nitrate and nitrite contents of pastırma during the storage period. *Acta Alimentaria*, 34(2), 141-144.
- Dogruer, Y., Güner, A., Gürbuz, U., 2007. Effects of curing techniques and compositions on chemical, microbiological and sensory qualities of turkey pastırma. *Archiv fur Lebensmittelhygiene*, 58(2), 64-69.
- Eakes, B.D., Blumer T.N., 1975. Effect of various levels of potassium nitrate and sodium nitrite on color and flavor of cured loins and country-style hams. *Journal of Food Science*, 40 (5), 977-980.
- El-Khateib, Schmidt, T. und Leistner, U. L., 1987. Mikrobiologische Stabilität von Türkischer Pastırma. *Fleischwirtschaft*, 67 (1), 101-105.
- Elmalı, M., Yaman, H., Ulukanlı, Z., Elmalı, DA., 2005. Determination of some chemical and microbial parameters of experimental Turkish pastrami during production. *Archiv fur Lebensmittelhygiene*, 56(6), 139-143.
- Erdemir, E., 2012. Pastırmanın serbest amino asit kompozisyonu ve diğer bazı kalitatif özellikleri üzerine farklı nitrit seviyelerinin etkisi. *Yükseklisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri, Enstitüsü, Erzurum.*
- Erol, İ., Özdemir, H., Kısa, Ö., 1998. Pastırmalardan izole edilen mikrokok ve stafilocokların klasik yöntem ve API-ID 32 staph sistemi ile karşılaştırmalı identifikasyonu. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 45, 135-144.
- Flores, J., 1997. Mediterranean vs northern European meat products. Processing technologies and main differences. *Food Chemistry*, 59(4), 505-510.
- Flores, M., Gianelli MP., Pe´rez-Juan, M., Toldra´ F., 2007. Headspace concentration of selected dry-cured aroma compounds in model systems as affected by curing agents. *Food Chemistry*, 102, 488-493.
- Fulladosa E., Garriga, M., Martín, B., Guàrdia, M.D., García-Regueiro, J.A., Arnau J., 2010. Volatile profile and microbiological characterization of hollow defect in dry-cured ham. *Meat Science*, 86, 801-807.
- García-González, DL., Aparicio, R., Aparicio-Ruiz, R., 2013. Volatile and amino acid profiling of dry cured hams from different swine breeds and processing methods. *Molecules*, 18, 3927-3947.
- Götterup, J., Olsen, K., Knöchel, S., Tjener, K., Stahnke, L.H., Møller, J.K.S., 2007. Relationship between nitrate/nitrite reductase activities in meat associated staphylococci and nitrosylmyoglobin formation in a cured meat model system. *International Journal of Food Microbiology*, 120, 303-310.
- Gökalp, H.Y., 1983. Et ürünlerinde nitrat, nitrit kullanımı ve nitrit zehirlenmesi. *Gıda Dergisi*, 8(5), 239-243.
- Gökalp, H.Y., 1984. N-Nitroso bileşikleri, kanserojenik etkileri, çeşitli gıdaların N-nitrosamin içerikleri ve çeşitli kaynaklardan bünyeye alınan N-nitrosamin miktarları. *Gıda Dergisi*, 9(6), 317-324.
- Gökalp, H.Y., 1985. Et ürünlerine katılan nitrat, nitrit miktarının azaltılması, N-nitrosamin oluşum reaksiyonlarının engellenmesi ve gıdalarda N-nitrosaminlerin saptanması. *Gıda Dergisi*, 10(3), 161-167.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Zorba, O., 1994. Et ürünleri işleme mühendisliği. Atatürk Üniversitesi yayın no:786, Ziraat Fakültesi yayın no: 320, Ders kitapları serisi No:70, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum.
- Güner, A., Gonulalan, Z., Doğruer, Y., 2008. Effect of tumbling and multi-needle

- injection of curing agents on quality characteristics of pastırma. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(1), 123-129.
- Gürbüz, Ü., Doğruer, Y., Anıl, N., 1995. Değişik tuzlama teknikleriyle üretilen ve 4°C'de muhafaza edilen pastırmaların kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 11(1), 33-40.
- Gürbüz, Ü., Doğruer, Y., Nizamlıoğlu, M., 1997. Pastırma üretiminde dumanlama işleminin uygulanabilme imkanları ve kaliteye etkileri. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 13(2), 57-68.
- Gürbüz, Ü., Doğruer, Y., Yalçın, S., Nizamlıoğlu, M., Güner, A., 2003. Pastırma yapım teknolojisinin geliştirilmesinde sıcak dumanlama ve kaliteye etkisi. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 19(1-2), 57-66.
- Gürbüz, Ü., 2004. Pastırma üretiminde değişik tuzlama tekniklerinin uygulanması ve kaliteye etkileri. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 20(2), 5-20.
- Hammes, W.P., 2012. Metabolism of nitrate in fermented meats: The characteristic feature of a specific group of fermented foods. *Food Microbiology*, 29, 151-156.
- Hernández, P., Navarro J.L., Toldrá, F., 1999. Lipolytic and oxidative changes in two Spanish pork loin products: dry-cured loin and pickled-cured loin. *Meat Science*, 51, 123-128.
- Hinrichsen, L., Pedersen, S.B., 1995. Relationship among flavor, volatile compounds, chemical changes, and microflora in Italian-type dry-cured ham during processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 2932-2940.
- Honikel, K.O., 2007. Principles of Curing. *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. Editor Fidel Toldrá, pp 17-30, Blackwell Publishing, UK.
- Honikel, K.O., 2008. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science*, 78, 68-76.
- Hsu, J., Arcot, J., Lee, N.A., 2009. Nitrate and nitrite quantification from cured meat and vegetables and their estimated dietary intake in Australians. *Food Chemistry*, 115, 334-339.
- IBM SPSS Statistics 20.0, 2011. Statistical package for the social sciences, United States, Chicago.
- İnat, G., Pastırma üretiminde kontaminasyon kaynaklarının belirlenmesi ve iyileştirme koşullarının araştırılması, *Uludağ University Journal of Faculty of Veterinary and Medicine*, 27(1-2), 53-59.
- 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.
- Kaban, G., Kaya, M., 2011. Volatile compounds of traditionally produced pastırma. *Fleischwirtschaft*, 91(4), 112-116.
- Kaya, M., Kaban, G., 2010. Fermente et ürünleri. *Gıda Biyoteknolojisi*. Editör Necla ARAN, ss. 157-190, Nobel Yayıncılık, İstanbul.
- Kemp, J., Fox, J.D., Moody, W.G., 1974. Cured ham properties as affected by nitrate and nitrite and fresh pork quality. *Journal of Food Science*, 39, 972-976.
- Kemp, J., 1982. Nitrates and nitrites in country cured products. *American Meat Science Association*, 35, 53-55.

- Kök, F., 2003. Pastırma üretim teknolojisini geliştirme çabaları. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 22, (1-2-3), 109-114.
- Krause, B.L., 2009. Incubation of curing brines for the production of ready-to-eat uncured ham. Master of Science, Iowa State University, Ames, Iowa.
- Krause, B.L., Sebranek, JK, Rust, RE., Mendonca, A., 2011. Incubation of curing brines for the production of ready-to-eat, uncured, no-nitrite-or-nitrate-added, ground, cooked and sliced ham. *Meat Science*, 89, 507-513.
- Lemon, D.W., 1975. An Improved TBA Test for Rancidity New Series Circular, No:51. Halifax-Laboratory, Halifax, Nova Scotia.
- Leistner, L., 1979. What are likely to be the effects on meat products of results so far on the nitrate/nitrite/nitrosamine problem?. *Fleischwirtschaft*, 59 (11), 1415-1427.
- Leistner, L., 1988. Hurden-Technologie bei Fleischerzeugnissen und anderen Lebensmitteln. *Lebensmittelqualität Wissenschaft und Technik*. In R. Stufe (Ed.), *Wissenschaftliche Arbeitstagung "25 Jahre Institut für Forschung und Entwicklung der Maizena Ges. MbH"*, s323–340 in Heilbornn, 2. bis 4 März.
- Lorenzo, J.M., Martínez, S., Franco, I., Carballo J., 2007. Biogenic amine content during the manufacture of dry-cured lacón, a Spanish traditional meat product: Effect of some additives. *Meat Science*, 77(2), 287-293.
- Lorenzo, J.M., García Fontán, MC., Franco, I., Carballo J., 2008. Biochemical characteristics of dry-cured lacon (a Spanish traditional meat product) throughout the manufacture, and sensorial properties of the final product. Effect of some additives. *Food Control*, 19, 1148–1158.
- Lorenzo, J.M., García Fontán, MC., Cachaldora, A., Franco, I., Carballo, J., 2010. Study of the lactic acid bacteria throughout the manufacture of dry-cured laco'n (a Spanish traditional meat product). Effect of some additives. *Food Microbiology*, 27, 229–235.
- Lücke, F.K., 2003. Einsatz von Nitrit und Nitrat in der ökologischen Fleischverarbeitung : Vor- und Nachteile. *Mitteilungsblatt BAFF* 42,160, 95-104.
- Lücke, F.K., 2008. Manufacture of meat products without added nitrite or nitrate – Quality and safety aspects. In 3rd Baltic Conference on Food Science and Technology Foodbalt 2008 (pp. 41–45). Jelgava – Germany.
- MacDonald, B., Gray, J. I., Stanley, D. W., Osborne, W. R. 1980. Role of nitrite in cured meat flavor: sensory analysis. *Journal of Food Science*, 45, 885–888.
- Marco, A., Navarro, J.L., Flores, M., 2006. The influence of nitrite and nitrate on microbial, chemical and sensory parameters of slow dry fermented sausage. *Meat Science*, 73, 660–673.
- Marco, A., Navarro, J.L., Flores, M., 2008. The sensory quality of dry fermented sausages as affected by fermentation stage and curing agents. *European Food Research and Technology*, 226(3), 449-458.
- Mateo, J., Zumalacarregui, J.M., 1996. Volatile compounds in chorizo and their changes during ripening. *Meat Science*, 44(4), 255–273.
- Meynier, A., Novelli, E., Chizzolini, R., Zanardi, E., Gandemer, G. 1999. Volatile compounds of commercial Milano salami. *Meat Science*, 51, 175–183.
- Muriel, E., Antequera, T., Petron, M. J., Andres, A. I., Ruiz, J., 2004. Volatile compounds in Iberian dry-cured loin. *Meat Science*, 68, 391–400.

- Müller, W. D., 1989. Pökeln und Rauchern. Früher oder heute gesunder? In: Fleisch und Wurst Bedeutung in der Ernährung des Menschen. Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbacher Reihe Band 9, Kulmbach.
- Nizamlioğlu, M., Doğruer, Y., Gürbüz, U., Kayaardı, S., 1998. The effect of various cemen mixtures on the quality of pastrami – I: chemical and organoleptic quality. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 22(4), 299-308.
- Ockerman, H.W., Kuo, J.C., 1982. Dried pork as influenced by nitrate, packaging method and storage. Journal of Food Science, 47(5), 1631-1661.
- Olesen P.T, Meyer A.S, Stahnke L.H. 2004. Generation of flavour compounds in fermented sausage the influence of curing ingredients, *Staphylococcus* starter culture and ripening time. Meat Science, 66, 675–87.
- Özdemir, H., Sireli, U.T., Sarımehtemoğlu, B., 1999. Ankara’da tüketime sunulan pastirmalarda mikrobiyal floranın incelenmesi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 23, 57-62.
- Öztaş, A., 2008. Et Bilimi ve Teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları, Kitap Serisi Yayın no:1, Ankara.
- Parthasarathy D.K., Bryan N.S., 2012. Sodium nitrite: The “cure” for nitric oxide insufficiency. Meat Science, 92, 274–279.
- Pegg, R. B., Shahidi, F., 2000. Nitrite curing of meat: the n-nitrosamine problem and nitrite alternatives. Trumbull, CT: Food and Nutrition Press, Inc.
- Pegg, R. B., Shahidi, F., 2006. Processing of nitrite-free cured meats. In L. M. L. Nollet, and F. Todra (Eds.), Advanced Technologies for Meat Processing. Boca Raton, FL: Taylor and Francis Group, CRC Press, LLC.
- Pierson, M.D., Smoot, LA., Robach, MC., 1983. Nitrite, nitrite alternatives and the control of *Clostridium botulinum* in cured meats. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 17 (2), 141–187.
- Preda, N., Popa, L., 1980. Variations in the concentration of N- nitroso compounds in meat products processed with minimal amounts of nitrite. Fleischwirtschaft, 60(12), 2211-2212.
- Rahman, M.S., 2007. Allicin and other functional active components in garlic: Healty benefits and bioavailability. International Journal of Food Properties, 10, 245–268.
- Ramirez, R., Cava, R., 2007. Volatile profiles of dry –cured meat products from three different Iberian x duroc genotypes. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55, 1923–1931.
- Rosell, CS., Toldrá, F., 1996. Effect of curing agents on m-calpain activity throughout the curing process. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung, 203(4), 320-325.
- Rotsatchakul, P., Chaiseri, S., Cadwallader, K. R., 2008. Identification of characteristic aroma components of Thai fried chili paste. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56(2), 528-536.
- Ruiz, J., Ventanas, J., Cava, R., Andres, A., Garcia, C., 1999. Volatile compounds of dry-cured Iberian ham as affected by the length of the curing process. Meat Science, 52, 19–27.
- Sabio, E., Vidal-Aragón, M.C., Bernalte, M.J., Gata, J.L., 1998. Volatile compounds present in six types of dry-cured ham from south European countries. Food Chemistry, 61, 493-503.

- Sebranek J.G., Bacus J.N., 2007. Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues?. *Meat Science*, 77, 136–147.
- Sen, N.P., Baddoo, P.A., 1997. Trends in the levels of residual nitrite in canadian cured meat products over the past 25 years. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(12), 4714-4718.
- Sindelar, J.J., Milkowski, A.L., 2011. Sodium nitrite in processed meat and poultry meats: a review of curing and examining the risk/benefit of its use. *American Meat Science Association*, 1-13.
- Sindelar, J.J., Milkowski, A.L., 2012. Human safety controversies surrounding nitrate and nitrite in the diet. *Nitric Oxide*, 26, 259–266.
- Soyer, A., Uğuz, Ş., Dalmış, Ü., 2011. Proteolytic changes during processing in turkish dry-cured meat product (pastırma) with different salt levels. *Journal of Food Quality*, 34(3), 212–219.
- Soyutemiz, G.E., Özenir, A., 1996. Bursa’da tüketilen sucuk, salam, sosis ve pastırmalardaki kalıntı nitrat ve nitrit miktarlarının saptanması. *Gıda*, 21(6), 471-476.
- Soto, E., Hoz, L., Ordóñez, J.A., Hierro, E. Herranz, B., López-Bote, C., Cambero, M.I., 2008. Impact of feeding and rearing systems of Iberian pigs on volatile profile and sensory characteristics of dry-cured loin. *Meat Science*, 79 (4), 666-676.
- Sullivan, G.A., 2011. Naturally cured meats: Quality, safety, and chemistry. Doctor of Philosophy, Iowa State University, Ames, Iowa.
- Tauchmann, F., 1987. Methoden der chemischen Analytik von Fleisch und Fleischwaren, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 80.
- Tekinşen, O.C., Doğruer, Y., Nizamlioğlu, M., Gürbüz, U., 1999. Sorbik asitin çemende kullanılabilme imkanları ve pastırmanın mikrobiyal kalitesine etkisi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 23(2), 227-235.
- Tekinşen, O.C., Doğruer, Y., 2000. Her yönüyle pastırma, Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- Thomas, C., Mercier, F., Tournayre, P., Martin, J.L., Berdagué, J.L., 2013. Effect of nitrite on the odourant volatile fraction of cooked ham. *Food Chemistry*, 139, 432–438.
- Toldrá, F., Flores, M., 1998. The role of muscle proteases and lipases in flavor development during the processing of dry-cured ham. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38, 331-352.
- Toldrá, F., 2002. *Dry-Cured Meat Products*. Wiley-Blackwell, pp. 239, Ames, Iowa, USA.
- Toldrá, F., Aristoy, M.C., Flores M., 2009. Relevance of nitrate and nitrite in dry-cured ham and their effects on aroma development. *Grasas Y Aceites*, 60 (3), 291-296.
- Uğuz, Ş., Soyer, A., 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.
- Vösgen, W., 1992. Curing: Are nitrite and nitrate necessary or superfluous as curing substances ?. *Fleischwirtschaft*, 72(12), 1675-1678.
- Vural, H., Öztan, A., 1992. Fermente et ürünlerinde nitrosomyoglobin oluşumu ve etkileyen faktörler. *Gıda*, 17(3), 191-196.

- Yağlı, H., Ertaş, A.H., 1998. Pastırmanın bazı kalite özelliklerine sodyum askorbatın etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22, 515-520.
- Zhou, G. H., Zhao, G. M., 2007. Biochemical changes during processing of traditional Jinhua ham. *Meat Science*, 77, 114–120.

## ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında Yozgat'da doğdu. Lise eğitimini İstanbul'da tamamladı. Lisans eğitimini Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünde tamamladıktan sonra yüksek lisans eğitimine 2011 yılında Atatürk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde başladı. 2013 yılında ise yüksek lisans eğitimini tamamladı.