PASTIRMANIN FİZİKO-KİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE UÇUCU BİLEŞİKLERİ ÜZERİNE FARKLI NİTRİT SEVİYELERİNİN ETKİLERİ

Didar TOMAÇ YAZICI

Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. Güzin KABAN
2018
Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PASTIRMANIN FİZİKO-KİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE UÇUCU BİLEŞİKLERİ ÜZERİNE FARKLI NİTRİT SEVİYELERİNİN ETKİLERİ

Didar TOMAÇ YAZICI

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM
2018

Her hakkı saklıdır

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAY FORMU

PASTIRMANIN FİZİKO-KİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE UÇUCU BİLEŞİKLERİ ÜZERİNE FARKLI NİTRİT SEVİYELERİNİN ETKİLERİ

Prof. Dr. Güzin KABAN danışmanlığında, Didar TOMAÇ YAZICI tarafından hazırlanan bu çalışma 21/12./2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği/~~oy çokluğu~~** (3/0) ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof.Dr.Güzin KABAN *İmza* :

Üye : Prof.Dr.Fatih ÖZ *İmza* :

Üye : Dr.Öğr.Üyesi Aybike KAMİLOĞLU *İmza* :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu ..27../12../2018.. tarih ve . 52 ./ . . 25 . . . . . nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje No:2012/257

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

PASTIRMANIN FİZİKO-KİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE UÇUCU BİLEŞİKLERİ ÜZERİNE FARKLI NİTRİT SEVİYELERİNİN ETKİLERİ

Didar TOMAÇ

Atatürk Üniversitesi
FenBilimleri Enstitüsü
GıdaMühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Güzin KABAN

Araştırmada nitrat varlığında (150 ppm nitrat) farklı nitrit seviyelerinin (50, 75, 100 ve 150 ppm) pastırmanın fiziko-kimyasal özellikleri ve uçucu bileşik profiline etkileri incelenmiştir. Pastırma üretimi kontrollü şartlarda iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Üretim sonunda alınan örnekler analizlere tabi tutulmuştur. Varyans analiz sonuçlarına göre farklı nitrit seviyelerinin pastırmanın pH ve a_w değerleri ile protein tabiatında olmayan azotlu madde içeriği ve kalıntı nitrit üzerinde önemli bir etkisi görülmemiştir. Farklı nitrit seviyesi faktörü tiyobarbütirik asit reaktif maddeler (TBARS) üzerinde önemli ($P<0,05$) düzeyde etki göstermiştir. 50 ppm nitrit seviyesi 150 ppm nitrit seviyesine göre daha yüksek TBARS değeri vermiştir. Farklı nitrit seviyesinin L* ve a* değerleri üzerinde önemli ($P>0,05$) bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak b* değeri bu faktörden etkilenmiştir ($P<0,01$). Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma grupları arasında duyusal parametreler açısından da önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($P>0,05$). Pastırma örneklerinde toplam 38 uçucu bileşik tanımlanmıştır. Bu bileşiklerden 2-pentil-furan, oktanal, limonen, propil hekzanoat ve 2,4-hekzadienoik asit, metil ester farklı nitrit seviyesi faktöründen $P<0,05$ düzeyinde etkilenirken, bu faktör di-2- propenil disülfür üzerinde $P<0,01$ düzeyinde etki göstermiştir. Ayrıca 50 ppm nitrit seviyesi diğer nitrit seviyelerine göre pek çok bileşik açısından genellikle daha yüksek değerler vermiştir. Sonuç olarak pastırma üretiminde 150 ppm nitrat ile birlikte 50 ppm'den fazla nitrit kullanımının gerekli olmadığı kanaatine varılmıştır.

2018, 46 sayfa

Anahtar Kelimeler: Nitrit, uçucu bileşikler, TBARS, kalıntı nitrit

ABSTRACT

MS Thesis

THE EFFECTS OF DIFFERENT NITRITE LEVELS ON VOLATILE COMPOUNDS AND PHYSICO-CHEMICALPROPERTIES OF PASTIRMA

Didar TOMAÇ YAZICI

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

Supervisor: Prof. Dr. Güzin KABAN

In this study, in the presence of nitrate, the effectsof different nitrite levels(50, 75, 100 and 150 ppm)on the volatile compounds and physico-chemical properties of pastırma(Traditional Turkish meat product) were investigated. The production of pastırma was conducted under controlled with two replications. After the production,samples taken have been analyzed.According to the results of variance analysis,different nitrite levelshad nosignificant effects on pH and $a_w$values as well as non-protein nitrogenous substance content andresidual nitrite .The different nitrite levels factorhad a significant effect on thiobarbituric acid substance matter (TBARS) ($P<0,05$) .50 ppm nitrite levels gave a higher TBARS value than 150 ppm nitrit levels.The different nitrite levelshad no significant effect on L* and a* values ($P>0,05$). But, b* value is affected by this factor ($P<0,01$). No significant differences were determined between pastırma groups produced with the use of different nitrite levels in termsof sensory parameters($P>0,05$). A total 38 volatile compounds were identified in pastırma samples. While the different nitrite levels factor affected 2-pentyl-furan, octanal, limonene, propyl hexanoat and 2,4-hexadienoic acid,methyl ester from these compounds at level of $P<0,05$, this factor showed an effect on di-2- propenyl disulphide at the level of $P<0,01$.In addition, 50 ppm nitrite level generally had higher values in terms of many compounds than other nitrite levels.As a result, it was concluded that the use of 150 ppm nitrate with more than 50 ppm of nitrite is not required in pastırma production.

2018, 46 pages

Keywords: Nitrite, volatile compounds, TBARS, resudial nitrite

TEŞEKKÜR

Çalışmanın tüm aşamasında desteklerini esirgemeyen ve her türlü konuda kendisini örnek aldığım saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. Güzin KABAN'a öncelikle sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca her türlü desteğini esirgemeyen saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. Mükerrem KAYA'ya da teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Laboratuar aşamasında yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen arkadaşlarıma da ayrıca teşekkür ederim.

Son olarak ta hayatımın her evresinde özellikle eğitim hayatım boyunca maddi manevi desteklerini hep üzerimde hissettiğim bana olan güvenleri, sevgileri, inançları daim olan sevgili aileme çok teşekkür ederim.

Bu çalışmamı sevgili babam Turan TOMAÇ'a ithaf ediyorum.

Didar TOMAÇ YAZICI
Aralık, 2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
ÇİZELGELER DİZİNİ vii
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ÖZETLERİ 6
3. MATERYAL ve METOT 11
3.1. Materyal 11
3.2. Metot 11
3.2.1. Pastırma üretimi 11
3.3. Analizler 12
3.3.1. pH değerinin belirlenmesi 12
3.3.2. Su Aktivitesinin belirlenmesi (a_w) 13
3.3.3. TBARS (Tiyobarbütirik Asit Reaktif Maddeler) değerinin belirlenmesi 13
3.3.4. Protein tabiatında olmayan azotlu madde (NPN-M) miktarının belirlenmesi 13
3.3.5. Renk değerlerinin belirlenmesi 14
3.3.6. Kalıntı nitrit miktarının belirlenmesi 14
3.3.7. Duyusal analiz 14
3.3.8. Uçucu bileşiklerin belirlenmesi 15
3.3.9. İstatistiki analizler 15
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 16
4.1.Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları 16
4.1.1. pH 16
4.1.2. Su aktivitesi(a_w) 18
4.1.3. TBARS 20
4.2. Protein Tabiatında Olmayan Azotlu Madde Miktarı (NPN-M) 22
4.3. Renk Değerleri 24
4.4. Kalıntı Nitrit Sonuçları 27

4.5. Duyusal Analiz Sonuçları 29
4.6. Uçucu Bileşik Profili 31
5. SONUÇ 40
KAYNAKLAR 43
ÖZGEÇMİŞ 47

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-M	Protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı
SPME	Katı faz mikroekstraksiyon
TBARS	Tiyobarbutirik asit reaktif maddeler

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Duyusal değerlendirme panel formu 14
Çizelge 4.1. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin pH değerleri 16
Çizelge 4.2. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin pH değerleri ait varyans analiz sonuçları 17
Çizelge 4.3. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları 17
Çizelge 4.4. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların a_w değerleri 19
Çizelge 4.5. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin aw değerleri ait varyans analiz sonuçları 19
Çizelge 4.6. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin a_w değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları 20
Çizelge 4.7. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin TBARS değerleri (µmol MDA/kg) 21
Çizelge 4.8. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları(µmol MDA/kg) 21
Çizelge 4.9. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin TBARS değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (µmol MDA/kg) 22
Çizelge 4.10. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin NPN-M değerleri (g/100g) 23
Çizelge 4.11. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin NPN-M değerlerine ait varyans analiz sonuçları 23
Çizelge 4.12. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin NPN-M değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (g/100g) 24
Çizelge 4.13. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin kesit yüzey renk değerleri (L***,** a*, b*değerleri) 25

Çizelge 4.14. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin kesit yüzey renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları (L***,** a* ve b*) 25
Çizelge 4.15. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin kesit yüzey renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (L***,** a* ve b*) 26
Çizelge 4.16. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin kalıntı nitrit miktarı (ppm) 27
Çizelge 4.17. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin kalıntı nitrit miktarlarına ait varyans analiz sonuçları 28
Çizelge 4.18. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin kalıntı nitrit miktarlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (ppm) .. 28
Çizelge 4.19. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin duyusal analiz sonuçları 29
Çizelge 4.20. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların duyusal analiz puanlarına ait varyans analiz sonuçları 30
Çizelge 4.21. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların duyusal puanlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları 31
Çizelge 4.22. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin uçucu bileşikleri (Au×10^{-6}) 32
Çizelge 4.23. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların uçucu bileşik sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları 34
Çizelge 4.24. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların uçucu bileşiklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları 37

1. GİRİŞ

Yeterli ve dengeli beslenme, vücut fonksiyonlarının yerine getirilmesi, büyüme ve çalışma için gereken enerji ve besin öğelerinden yeterli miktarda alınması olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2004). Pek çok gıda içerisinde et, gerek besin değeri gerekse lezzeti ile insan beslenmesinde yer alan en önemli gıdalardan biridir. Et, esansiyel amino asitler, esansiyel yağ asitleri ve yağda eriyen vitaminlerin yanı sıra içerdiği çok sayıda mineral madde ile beslenmede büyük bir paya sahiptir. Diğer taraftan zengin besin içeriği ve yüksek su aktivitesi nedeni ile mikroorganizma gelişimi için de iyi bir kaynak olan et, hızla bozulan bir gıdadır (Kaya 2000).

İnsanlar tarih boyunca gıdaları muhafaza etmek amacıyla farklı teknikler kullanmışlardır. Et muhafazasının bilinen en eski yöntemi etin direkt güneşte kurutulmasıdır. Dünyada kurutma işlemi ile üretilen, Doğu Afrika ve Somali'de Odka, Etyopya ve diğer Doğu Afrika ülkelerinde Qwanta, Nijerya ve Batı Afrika ülkelerinde Kilishi, Güney Afrika ülkelerinde Biltong, Brezilya ve diğer Güney Amerika ülkelerinde Charque gibi pek çok geleneksel et ürünü bulunmaktadır (Gökalp vd 2002).

Geçmişten günümüze kadar gıda muhafazasında kullanılan bir diğer işlem tuzlamadır. Tuzlama özellikle kıtlık zamanlarında veya insanların göç ettiği dönemlerde, soğutma teknolojisinin olmaması nedeniyle et, balık, kümes hayvanları, deniz ürünleri ve sebzelerin muhafazasında kullanılan bir yöntem olup o dönemlerde tuzun eldesi sırasında sodyum/potasyum nitrat veya nitrit tuza kontamine olduğu bildirilmektedir (Pathasarathy and Bryan 2012). Nitrat veya nitritin tam olarak ne zaman kullanılmaya başlanıldığı bilinmemekle birlikte, 10. yüzyıldan itibaren Romalılar tarafından bilinçli bir şekilde nitrat içerikli tuzun kullanıldığı belirtilmektedir (Palamutoğlu ve Sarıçoban 2012; Sindelar and Milkowski 2012).

Kür edilmiş et ürünlerinde tuz ile birlikte nitrat ve nitritin sodyum ya da potasyum tuzları kürleme ajanı olarak kullanılmaktadır. Nitrat, kürleme karışımında yalnız

kullanılabildiği gibi nitrit ile kombine edilerek de katılabilmektedir (Tekinşen ve Doğruer 2000; Gökalp vd 2002; Toldra 2002; Öztan 2005; Kaya ve Kaban 2016). Bu ürünlerde kullanılan tuz, ürünün tadına katkı sağlarken, su aktivitesini düşürerek mikrorganizma gelişiminin engellenmesinde de rol oynamaktadır (Kök 2003). Üretimde kullanılan nitrat ve nitritin ise hem ürün güvenliğine hem de ürün özelliklerine önemli katkıları söz konusudur. Bununla birlikte nitratın tek başına kürleme ajanı olarak kullanıldığı prosesler de ette bulunan nitrat redüktaz aktivitesine sahip mikroorganizmalar tarafından nitrite indirgenmesi gerekmektedir (Kaya ve Kaban 2016).

Nitritin kür edilmiş et ürünlerindeki en önemli işlevlerinden birisi ette arzu edilen kür renginin oluşumudur. Nitritin indirgenmesi sonucu oluşan nitrit oksit, sarkoplazmik bir protein olan myoglobin ile birleşerek kür edilmiş et rengi olan nitrosomyoglobini (NO-Myoglobin (Fe^{+2})) oluşturmaktadır (Gökalp vd 2002; Honikel 2008; Kaya ve Kaban 2016). Ayrıca kürleme ajanları tipik kür lezzetinin gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Kür edilmiş et ürünlerinde nitrat ve nitritin parçalanma ürünleri ile protein, yağ ve karbonhidrat parçalanma ürünleri arasında gerçekleşen kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar kür lezzetinin oluşumunda etkili olmaktadır (Kaya ve Kaban 2016; Kaban 2013).

Nitritin et ürünlerine diğer bir katkısı antioksidan özellik göstermesidir. Nitrit kas pigmentleri ile kompleks oluşturabilmekte, membranlardaki doymamış yağ asitlerinin stabilizasyonuna neden olabilmekte ve neticesinde yağ otooksidasyonunu katalizleyen metal iyonları ile reaksiyona girmektedir (Honikel 2008; Kaya ve Kaban 2016). Diğer taraftan nitrat ve nitrit antimikrobiyal aktivite de göstermektedir. Nitrit bakteriyostatik ve bakteriyosidal özelliği ile NO_3 ve NO_2'in indirgenmesi sonucu oluşan NO gıda zehirlenmesine neden olan *Clostridium botulinum* ve *Listeria monocytogenes* gibi gıda kaynaklı patojenlerin gelişimini engellemektedir (Gökalp vd 2002; Sebranek and Bakus 2007; Toldra *et al.* 2009).

Nitrat ve nitrit, sağlık üzerinde oluşturabileceği risklerden dolayı üzerinde en çok çalışılan katkı maddelerindendir (Honikel 2008). Hayvansal gıdaların muhafaza ve olgunlaştırması amacıyla katılan nitrat ve nitrit kanserojenik etki gösteren nitrosaminlerin oluşumuna neden olabilmektedir (Özçelik 1982). Et ürünlerinde nitrozamin oluşumu sekonder aminler ($R\text{-}NH_2$) ve nitros asitin (HNO_2) reaksiyona girmesi sonucu oluşmaktadır (Gökalp vd 2002). Nitrosaminlerin kanserojenik etkilerinin yanı sıra mutajenik ve teratojenik etkilerinin olduğu da rapor edilmektedir (Özçelik 1982; Bayraktar vd 1998).

Kür edilmiş et ürünlerinde farklı nitrosaminlerin oluştuğu ve nitrosamin oluşumunda ortamda bulunan aminlerin özellikle stabil sekonder aminlerin ve pH'nın yeterince düşük olması gibi faktörler öne çıkmaktadır (Honikel 2008). Diğer taraftan N-nitrozo bileşiklerin oluşumunda nitrit miktarının da etkili olduğu belirtilmektedir (Özçelik 1982; Bayraktar vd 1998; Gökalp vd 2002; Çakmak vd 2009). Ayrıca diyetle alınan nitrit dışında nitrosamin kaynağı olarak tütün ürünleri, kozmetik ve zirai kimyasallara maruz kalınması gibi farklı etkenlerin de olduğu rapor edilmektedir (Pathasarathy and Bryan 2012).

Dünya sağlık örgütü diyetle günlük alınan nitrat miktarının 43-141 mg arasında değiştiğini rapor etmiştir (Sindelar and Milkowski 2012). ABD-Ulusal Bilimler Akademisi (1981) tarafından yürütülen araştırmaların sonuçlarına göre diyet ile alınan nitritin %39'unun kürlenmiş etler, %34'ünün pişmiş gıdalar ve tahıllar, %16'sının ise sebzelerden kaynaklanmaktadır (Cassens 1997). EFSA(Eureopan Food Safety Authority) (2008) göre ise diyet ile alınan ortalama nitrit miktarı kişi başına 1,5mg/ gün'dür.

Ülkemizde kürleme ve kurutma işlemi ile üretilen yegane parça halde işlenmiş et ürünü pastırmadır (Tekinşen ve Doğruer 2000; Gökalp vd 2002; Gönülalan vd 2009; Kaban 2013). Bir sığır veya manda karkasından, karkas büyüklüğüne göre 16 veya daha fazla pastırma çeşidi üretilebilmekte ve pastırmalar hammaddenin çıkarıldığı bölgeye bağlı

olarak kuşgömü, sırt, bohça, kenar, şekerpare, dilme, mehle, omuz ve kürek vb. isimler ile adlandırılmaktadır (Tekinşen ve Doğruer 2000; Gökalp vd 2002; Kaban 2013).

Pastırma, Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği (2012)'ne göre, büyükbaş hayvan karkaslarından usulüne göre ayrılan parça etlerin teknolojisine uygun olarak kürleme ve yıkama işlemlerinden sonra baskılama ve kurutma işlemlerine tabi tutulup, çemenlendikten sonra yeniden kurutulması ile elde edilen ısıl işlem uygulanmamış, kürlenmiş ve kurutulmuş et ürünü olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2012).

Ülkemizde 2008 yılında yürürlüğe giren ve 2012 yılında revize edilen Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliğinde pastırma üretiminde 150 ppm nitrit ve 150 ppm nitrat kullanımına izin verilmiştir (Anonim 2012). Ancak 2013 yılında Türk Gıda Kodeksinde yapılan değişiklik ile geleneksel kuru kürlenmiş et ürünlerinde pastırma ve fermente sucuk hariç nitratın maksimum kullanım miktarı 150 ppm olarak belirlenmiştir (Anonim 2013).

Pastırma ile ilgili olarak literatürde ürünün mikrobiyolojik ve fiziko-kimyasal özellikleri (Soyutemiz ve Özenir 1996; Doğruer vd 1998; Nizamlıoğlu vd 1998; Özdemir vd 1999; Tekinşen vd 1999; Aksu ve Kaya 2001a; Elmalı vd 2005; Demirezen ve Uruç 2006; İnat 2008; Kaban 2009; Kaban ve Kaya 2011),starter kültür kullanımı (Aksu and Kaya 2002a,b; Aktaş vd 2005), farklı üretim yöntemlerinin etkileri (Yağlı ve Ertaş 1998; Doğruer vd 2001; Doğruer vd 2003; Gürbüz 2004; Doğruer ve Güner 2005; Doğruer vd 2007; Güner vd 2008; Uğuz vd 2011), üretim aşamalarında pastırmanın fiziko-kimyasal özellikleri ve uçucu bileşiklerdeki değişimler (Kaban 2009), farklı nitrat seviyelerinin pastırmanın uçucu bileşikleri ve diğer bazı özelliklerine etkileri (Akköse vd 2017) ve farklı pastırma tiplerinin tekstürel özelliklerine (Akköse vd 2018) yönelik çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Ancak pastırmada önemli bir kürleme ajanı olan nitratın varlığında farklı nitrit seviyelerinin ürünün fiziko-kimyasal ve duyusal özellikleri ile uçucu bileşikleri üzerine etkilerine yönelik bir araştırmaya rastlanılmamıştır.

Mevcut bu araştırmada, 150 ppm nitrat varlığında farklı nitrit seviyelerinin (50, 75, 100 ve 150 ppm) pastırmanın fiziko-kimyasal ve duyusal özellikleri ile uçucu bileşiklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak iki tekerrürlü olarak kontrollü şartlarda pastırma üretimi gerçekleştirilmiş ve üretim sonunda alınan örnekler fiziko-kimyasal (pH, a_w, TBARS, NPN-M, renk değerleri ve kalıntı nitrit) ve duyusal analizlere tabi tutulmuştur. Ayrıca örnekler uçucu bileşik profili yönünden de analiz edilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Soyutemiz ve Özenir (1996) tarafından et ürünlerinde kalıntı nitrat ve nitrit miktarlarının belirlenmesine yönelik yürütülen bir çalışmada, ortalama kalıntı nitrat ve nitrit miktarları sırası ile sucuk örneklerinde 89,58 ppm ve 4,94 ppm, salam örneklerinde 64,76 ppm ve 60,32 ppm, sosis örneklerinde 70,84 ppm ve 51,05 ppm, pastırma örneklerinde 80,02 ppm ve 15,95 ppm olarak tespit edilmiştir. Aynı ürün gruplarında nitrit ve nitrat miktarları arasında büyük farklılıklar olduğu ve sucuk örneklerinin %28'inin, salam örneklerinin %60'ının, sosis örneklerinin %66,6'sının ve pastırma örneklerinin %26,6'sında toplam kalıntı nitrat ve nitrit miktarlarının 100 ppm'in üzerinde olduğu rapor edilmiştir.

Yağlı ve Ertaş (1998) tarafından yapılan bir araştırmada, pastırma üretiminin kürleme aşamasında tuz ve sodyum nitrit ile birlikte sodyum askorbatın farklı seviyeleri (0, 150, 300 ve 450 mg/kg) kullanılmış ve pastırmanın bazı kalite özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Sodyum askorbat miktarının pastırmanın penetrometre ve pH değerine etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Sodyum askorbatın yağın oksidasyonunu engellediği, kalıntı nitrit miktarını düşürdüğü ve ayrıca sodyum askorbat miktarı arttıkça nitrosopigmente dönüşüm oranının arttığı, kürlemede 150 ppm nitrit yerine 100 ppm nitritin yeterli olacağı rapor edilmiştir.

Aksu ve Kaya (2001a) tarafından yapılan araştırmada Erzurum piyasasından 6 farklı işletmeden alınan 48 pastırma örneği hem mikrobiyolojik hem de kimyasal analizlere tabi tutulmuştur. Pastırmalarda yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda laktik asit bakterileri ile *Micrococcus*/*Staphylococcus* cinsi bakterilerin hâkim olduğu, *Enterobacteriaceae*, koliform grubu bakteri ve *E. coli* sayısının belirtilen limitlerin altında olduğu tespit edilmiştir. Örneklerde nem miktarı %38,98-51,51, tuz miktarı %2,74-9,36, kalıntı nitrit 0,93-11 ve kalıntı nitrit/nitrat 39,35-522,35 ppm arasında değiştiği, pH değerinin ise 5,68-6,08 arasında olduğu belirlenmiştir. Dilimlenmiş pastırma örneklerinde L* değeri 32,05-50,00, a* değeri 13,66-36,63 ve b* değeri 6,67-

20,54 arasında bulunmuştur. Ayrıca işletmeler arasında incelenen parametreler açısından önemli farklılıkların olmadığı da vurgulanmıştır.

Aksu ve Kaya (2002) tarafından ticari starter kültür (*Staphylococcus carnosus, S. carnosus+Lactobacillus pentosus* ve *S. xylosus+ L. sakei)* kullanımına yönelik olarak yürütülen bir çalışmada, starter kültür preparatları ve sodyum nitrit kullanılarak üretilen pastırmalarda, üretim aşamalarında söz konusu kültürlerin gelişme durumları ve son ürün üzerine etkileri incelenmiştir. Starter kültür kullanımının pastırmanın toplam aerobik mezofilik, *Micrococcus*/*Staphylococcus*, laktik asit bakteri ve maya-küf sayıları ile pH, NPN-M, a* ve b* değerleri üzerinde ise çok önemli etkilerinin olduğu, buna karşın starter kültür kullanımının nem, nitrit ve tuz miktarları üzerinde önemli etkilerinin olmadığı rapor edilmiştir. Ayrıca pastırma üretim aşamalarında nem, tuz, nitrit, L*, a* ve b* değerleri üzerinde önemli değişimlerin gözlendiği de ifade edilmiştir.

Pastırma üretimi kürleme aşamasında potasyum/sodyum nitratın farklı oranlarını (kontrol, %1, 2 ve 3) içeren kürleme karşımları kullanılarak yürütülen bir araştırmada, pastırma üretiminin değişik aşamalarında (tuzlama öncesi, tuzlama sonrası, çemenleme öncesi ve çemenlenme sonrası) ürünün bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Analizler sonucunda rutubet, tuz, pH ve aw değerleri açısından gruplar arasında önemli bir farklılığın olmadığı, kalıntı nitrat ve nitrit miktarlarının nitrat oranına bağlı olarak üretimin değişik aşamalarında farklılıklar gösterdiği, gruplar arasında *Staphylococcus*/*Micrococcus* sayısı açısından önemli farklılıkların olduğu ve %1'in üzerinde nitrat kullanımının halk sağlığı açısından tehlike oluşturabileceği sonucuna varılmıştır (Doğruer vd 2003).

Üç farklı tuzlama işleminin pastırma üretimi ve muhafazası boyunca kalıntı nitrat ve nitrit içeriklerini belirlemeye yönelik yürütülen bir çalışmada, 1. grupta et ağırlığı üzerinden %10'luk NaCl ile kürleme yapılırken (kontrol grubu), 2. ve 3. grupta ise et ağırlığı üzerinden %0,1'lik sodyum ve potasyum nitrat örneklere uygulanmıştır. Pastırma üretim prosesinin sonunda örnekler vakum ambalajlanarak 4°C'de 60 gün süre

ile muhafaza edilmiştir. Kalıntı nitrat ve nitrit içerikleri pastırma örneklerinde depolamanın 1. gününde sırasıyla 51,66- 203,08 ppm ve 22,13-51,06 ppm iken 60. günlük depolama sonunda ise sırasıyla 25,53-38,80 ppm, 3,20-9,51 ppm olarak tespit edilmiştir. Sonuçta pastırma üretiminde kürleme ajanı olarak kullanılan sodyum ve potasyum nitrat seviyelerine bakıldığında kabul edilebilir özellikte olduğu görülmüştür. Buna ek olarak pastırmada depolama boyunca potasyum nitratın sodyum nitrata göre daha hızlı indirgendiği tespit edilmiştir (Doğruer ve Güner 2005).

Kaban ve Kaya (2006) tarafından yürütülen bir araştırmada beş farklı işletmeden temin edilen 10 pastırma örneği incelenmiş ve örneklerin pH değerlerinin 5,6-6,2 aw değerlerinin ise 0,84-0,91 arasında değiştiği belirlenmiştir. Örneklerin laktik asit bakteri sayıları ile *Micrococcus/Staphylococcus* sayıları ise sırasıyla 10^3 -10^6 kob/g ve 10^4-10^7 kob/g arasında saptanmıştır. Ayrıca, *Enterobacteriaceae* sayısı ise bir örnek hariç diğer incelenen örneklerde <100 kob/g olarak tespit edilmiştir.

Sancak vd (2008) tarafından Van piyasasından temin edilen 5 firmaya ait 40 adet fermente sucuk ve 40 adet pastırma olmak üzere toplam 80 adet işlenmiş et ürünü üzerinde yapılan bir çalışmada, örneklerin nitrat ve nitrit içerikleri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, pastırma örneklerinin nitrat içeriklerinin 1.95 ile 176.19 ppm arasında değiştiği ve ortalama 58.54±47.09 ppm olduğu, nitrit içerikleri ise 1.60 ile 49.87 ppm arasında değiştiği ve ortalama 12.53±12.82 ppm olduğu tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmede değişik firmalar arasında nitrat ve nitrit değerleri açısından önemli farklılıklar bulunmuştur. Sonuç olarak, incelenen pastırma örneklerinin tamamının kalıntı nitrit içeriği yönünden Türk Gıda Kodeksi'ne uygun olduğu görülmüştür.

Geleneksel yöntem ile KNO_3 kullanılarak üretilen pastırmanın üretim aşamalarında fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimlerin incelendiği bir araştırmada, pH değerinin prosesin son aşamalarında arttığı, proses süresi ilerledikçe su aktivitesi değerinin azaldığı, buna karşın TBARS ve NPN madde miktarının arttığı belirlenmiş ve pastırma üretim prosesi sırasında alifatik hidrokarbonlar, sülfürlü bileşikler, alkoller,

aldehitler, ketonlar, aromatik hidrokarbonlar, terpenler ve furanlar olmak üzere farklı kimyasal gruplara ait toplam 48 uçucu bileşik tanımlanmıştır. Ayrıca son üründe aromatik hidrokarbonların dominant kimyasal grubu oluşturduğu belirtilmiştir (Kaban 2009).

Hsu *et al.* (2009) tarafından Avustralya'da kür edilmiş etler ve sebzelerde nitrat ve nitrit miktarına yönelik yapılan bir çalışmada, yapraklı sebzelerde 23mg/kg nitrit ve 5000 mg/kg'dan fazla nitrat tespit edilirken, kür edilmiş çiğ et örneklerinde nitrat içeriğinin 3,7mg/kg'dan 139,5 mg/kg'a kadar, nitrit içeriği ise 3,7mg/kg'dan 86,7 mg/kg'a kadar değiştiği rapor edilmiştir.

Jin *et al.* (2010) domuz etinden üretilen bacon adlı ürün üzerinde yaptıkları çalışmada, intramuscular yağlardaki lipolizis ve lipit oksidasyonunu (yağ asidi kompozisyonu, lipolitik enzimler, lipoksigenaz aktivitesi, peroksit değeri ve TBARS) üretim basamakları boyunca incelemişlerdir. Üretim prosesi boyunca lipolizis ve lipit oksidasyonu değerlerine bakıldığında, asit lipaz ve fosfolipaz aktivitelerinin özellikle kürleme ve kurutma /olgunlaştırma prosesi boyunca devam ettiğini tespit etmişlerdir.

Aksu vd (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı nitrit seviyeleri (0, 50, 100 ve 150 ppm) kullanılarak üretilen pastırma örneklerinde fizikokimyasal ve mikrobiyolojik değişimler incelenmiştir. Araştırmada farklı nitrit seviyeleri ve üretim safhasının, kalıntı nitrit, TBARS, pH, tuz ve renk değerleri üzerinde çok önemli etkisinin olduğu, nitrit kullanımının TBARS değerini düşürdüğü, incelenen mikroorganizmalar açısından 150 ppm nitrit içeren grubun kontrolden daha düşük sayılar verdiği sonuçlarına varılmıştır.

Erdemir ve Aksu (2017) tarafından farklı nitrit oranları (0, 50, 100 ve 150 ppm) kullanılarak üretilen pastırmalarda üretim prosesi boyunca serbest amino asit profilindeki değişim incelenmiştir. Araştırmada farklı nitrit oranı kullanımının serbest amino asitlerin miktarında ve kompozisyonunda değişikliğe neden olduğu ve en düşük serbest amino asit miktarının 150 ppm nitrit içeren grupta gerçekleştiği rapor edilmiştir.

Akköse vd (2017) farklı seviyelerde nitrat (150, 300, 450 ve 600 ppm KNO_3) kullanımının pastırmanın uçucu bileşikleri ve diğer bazı özelliklerine etkilerini incelendikleri bir araştırmada, nitrat seviyesinin pH üzerinde önemli ($P<0,05$), TBARS üzerinde ise çok önemli ($P<0,01$) etkisinin olduğunu, farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma grupları arasında a_w, protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı, renk (L*, a* ve b*), kalıntı nitrit ve duyusal parametreler açısından önemli farklılıkların olmadığını ve pastırma örneklerinde alifatik hidrokarbonlar, sülfürlü bileşikler, aromatik hidrokarbonlar, aldehitler, terpenler, ketonlar, esterler, furanlar, asitler, alkoller ve nitrojenli bileşikler olmak üzere toplam 46 uçucu bileşik belirlendiğini rapor etmişlerdir. Uçucu bileşik miktarı ve sayısının 450 ve özellikle 600 ppm nitrat seviyelerinde, 150 ve 300 ppm nitrat seviyelerine göre daha düşük olduğu da bildirilmiştir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Pastırma üretiminde hammadde olarak orta yaşlı sığır karkaslarından elde edilen M. *Longissmus dorsi* kasları kullanılmıştır. M. *Longissmus dorsi* kaslarının her biri ikiye bölünerek bir sığır karkasından toplamda dört pastırmalık parça et elde edilmiştir. Araştırmada iki farklı karkas kullanılmış ve aynı blok içerisinde her bir muamele için aynı karkastan gelen kas parçaları kullanılarak hammaddeden kaynaklanabilecek farklılıklar ortadan kaldırılmıştır.

Üretiminde kullanılan tuz, buy otu tohumu unu, sarımsak, acı kırmızı toz biber ve tatlı kırmızı toz biber ile kürleme ajanı olarak kullanılan potasyum nitrat (KNO_3), sodyum nitrit ($NaNO_2$) ve sakkaroz (Merck) Erzurum piyasasından temin edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Pastırma üretimi

Karkastan çıkarılan sağ ve sol kasları ikiye bölünmüş ve eşit büyüklükte olacak şekilde kesilerek iki karkastan toplam 8 pastırmalık parça et elde edilmiştir. Fazla yağ ve bağ dokuları uzaklaştırılmış kaslar şaklama işlemine tabi tutulmuştur.

Pastırmalık etlere et ağırlığı üzerinden %10 tuz (NaCl) ve %0,3 sakkaroz ile kürleme ajanı olarak farklı oranlarda sodyum nitrit (50, 75, 100 ve 150 ppm) ve tüm gruplara 150 ppm potasyum nitrat kullanılmıştır. Kür karışımı ilave edilen etler 4±1°C'de 48 saat süre ile kürlenmiştir. Kürleme işleminden sonra pastırmalık etler yıkanmıştır.

Kürlenmiş ve yıkanmış etler çelik askılara asılmış ve sıcaklığı, nispi rutubeti ve hava cereyanı otomatik olarak ayarlanabilen bir klima ünitesinde (Reich, Almanya)

15±1°C'de %80±2 nispi nemde 6 gün süre ile kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Bu işlemi müteakiben kısmen kurutulmuş etler 7±1°C'de 20 saat süre ile soğuk denkleme olarak da adlandırılan 1.baskılama işlemine alınmıştır. Baskılama işleminde 1 kg et için 15 kg ağırlık kullanılmıştır. Daha sonra etler askılara alınmış ve 20±1°C'de %70±2 nispi nemli klima ünitesinde 6 gün süre daha kurutulmuştur. Kurutulmuş etler 25±1°C'de (1 kg et için 15 kg ağırlık) 7 saat süre ile sıcak denkleme işlemine tabi tutulmuştur. Bu işlemden sonra ise 20±1°C'de ve %70±2 nispi nemde 4 gün süre ile tekrar kurutulmuştur.

Kurutma ve baskılama işlemleri uygulanmış etler çemen hamuru içerisinde 4°C'de 1 gün bekletildikten sonra yüzeydeki fazla çemen uzaklaştırılarak düzgün bir görünüm verilerek daha sonra 20±1°C'de ve %70±2 bağıl nemde 8 gün süre ile 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 hamur kıvamına getirilmiştir.

3.3. Analizler

Su aktivitesi (a_w) değerinin belirlenmesi için özel kaplara ve diğer analizler için küçük cam kavanozlara örnekler alınmıştır. Uçucu bileşikler için alınan örnekler ise analiz gününe kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir.

3.3.1. pH değerinin belirlenmesi

Kullanılmadan önce uygun tampon çözeltiler ile kalibre edilmiş pH metre (ATI ORION 420, USA) kullanılarak, homojen hale getirilmiş örneklerde ölçüm gerçekleştirilmiştir.

3.3.2. Su Aktivitesinin belirlenmesi (a_w)

Pastırma örneklerinde su aktivitesinin belirlenmesinde, su aktivitesi cihazı (Nowasina, TH-500 aw Sprint) kullanılmıştır. Örneklerinin a_w değerleri 20°C'de okunmuştur.

3.3.3. TBARS (Tiyobarbütirik Asit Reaktif Maddeler) değerinin belirlenmesi

Homojen hale getirilmiş 2 g örnek üzerine 12 ml TCA çözeltisi [%7,5 TCA, %0,1 EDTA, %0,1 Propil gallat (3ml etanolde çözülür)] aktarılmış ve örnekler 15–20 s süreyle ultraturrax da (IKA Werk T 25, Germany) homojenize edilmiştir. Daha sonra Whatman 1 filtre kâğıdından süzülmüş ve süzüntüden 3ml alınıp deney tüpüne aktarılmıştır. Süzüntü üzerine 3ml TBA (0,02M) çözeltisi aktarılıp homojenize edildikten sonra örnekler 100ºC'de 40 dak. su banyosunda bekletilmiş ve sonra 5 dak. soğuk su içerisinde soğutulmuştur. Bu işlemi müteakiben santrifüj işlemi (2000 g'de 5 dak) gerçekleştirilimi ve 530 nm de spektrofotometrede (Aquamate Thermo electron corporation, England) absorbans okunmuştur. Örneklerin TBARS değeri aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır. Standardın hazırlanmasında TEP (1,1,3,3, tetraetoksipan) kullanmış ve k değeri hesaplanmıştır. Sonuç µmol malonaldehit/g olarak verilmiştir (Lemon 1975).

TBARS=((absorbans/ k (0,06) x 2/1000) x 6,8) x 1000/ örnek ağırlığı

3.3.4. Protein tabiatında olmayan azotlu madde (NPN-M) miktarının belirlenmesi

NPN-M değerinin belirlenmesinde Anonymous (1989) tarafından verilen yöntem kullanılmış 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 / 100g örnek olarak verilmiştir.

3.3.5. Renk değerlerinin belirlenmesi

Örneklerin kesit yüzey renk değerleri (L*, a*, b*) Minolta (CR-200, Minolta Co, Osaka, Japan) kolorimetre cihazı kullanılarak ölçülmüştür.

3.3.6. Kalıntı nitrit miktarının belirlenmesi

Tauchmann (1987) tarafından verilen yöntem kullanılarak kalıntı nitrit miktarı belirlenmiştir. Örneklerin kalıntı nitrit miktarı örnek ağırlığı, seyreltme faktörü, standart kurve kullanılarak hesaplanan katsayı ve absorbans değeri esas alınarak $NaNO_2$ (ppm) olarak hesaplanmıştır.

3.3.7. Duyusal analiz

Pastırma örnekleri eğitimli 15 panelist tarafından hedonik tip skala (1–9) kullanılarak duyusal olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmede kullanılan duyusal panel formu aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.1. Duyusal değerlendirme panel formu

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

*Not: Belirtmek istediğiniz hususları yazınız

3.3.8. Uçucu bileşiklerin belirlenmesi

Uçucu bileşiklerin belirlenmesinde Kaban (2009) tarafından verilen yöntem kullanılmıştır. Örnekler 40 ml'lik viallere (Supelco, USA) 5'er g olarak tartılmış ve vialler, bir termal blok (Supelco, Bellefonte PA, USA) içerisine yerleştirilerek 30°C'de bir saat bekletildikten sonra 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 6890N) enjekte edilmiş ve bileşikler kütle spektrometrisi (MS, Agilent 5973) ile belirlenmiştir. Sistemde kolon olarak DB-624 (J&W Scientific, 60m, 0.25mm i.d., 1.4µm film) ve taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmıştır. Gaz kromatografisinin fırın sıcaklığı 40°C'den 210°C'ye kademeli olarak çıkarılmıştır. Sonuçların değerlendirilmesinde kütle spektrometrisinin kütüphanesinden (NIST, WILEY, FLAVOR) ve standart maddelerden (Supelco 44585-U, Bellefonte PA USA) yararlanılmıştır.

3.3.9. İstatistiki analizler

Araştırma, şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre nitrit seviyesi (50, 75, 100 ve 150 ppm $NaNO_2$) faktör olarak alınmış ve iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. 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

Üretimde kullanılan hammaddenin pH değeri, ürün kalitesini önemli ölçüde etkileyen bir parametredir (Kaya ve Kaban 2016). Bundan dolayı pastırma gibi parça halde işlenen et ürünlerinde de hammadde seçiminde pH önemli bir faktördür. Kesimden sonra glikolizis sonucu etin pH değeri düşüş göstermektedir. Ancak bu pH düşüşünün çok hızlı olması PSE, pH değerinin düşmemesi ise DFD et problemlerine neden olmaktadır. PSE et ($pH_1 \leq 5,8$) kullanılması durumunda tuz difüzyonu çok fazla olmakta, aşırı kuruma gerçekleşmekte, görünüm ve tekstür olumsuz yönde etkilenmektedir. Diğer taraftan DFD etlerin kullanılması durumunda suyun uzaklaşması zorlaşmakta, kuruma güçleşmekte ve a_w değeri yüksek seviyelerde kalmaktadır. Ayrıca kür karışımı daha yavaş diffüze olmakta ve proses süresi uzamaktadır. Bu durum mikroorganizmaların gelişimine sebep olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı bu etlerin pastırma üretiminde kullanımı uygun değildir (Kaya ve Kaban 2016). Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin pH değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Pastırma örneklerinin pH değerleri 5,83 ile 6,09 arasında değişmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin pH değerleri

Nitrit seviyesi (ppm)	**Blok**	
	1	**2**
50	5,98	5,84
75	6,07	5,83
100	6,09	5,89
150	5,95	5,89

Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere nitrit seviyesi faktörü pH değeri üzerinde önemli etki göstermemiştir (P>0,05).

Çizelge 4.2. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin pH değerleri ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	**SD**	**KO**	**F**
Nitrit oranı	3	0,005	2,26
Blok	1	0,105	50,114
Hata	11	0	
Genel	16		

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, P>0,05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.3'de verilen farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre önemli farklılıklar söz konusu olmamıştır (P>0,05).

Çizelge 4.3. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Nitrit seviyesi (ppm)	**pH**
50	5,91±0,09a
75	5,95±0,14a
100	5,99±0,12a
150	5,92±0,03a

Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farksızdır (P>0,05)

Mevcut araştırmada olduğu gibi pastırma üzerinde yürütülen çok sayıda araştırmada da son üründe pH değerinin 5,5'in üzerinde olduğu rapor edilmiştir (Doğruer 1995; Yağlı ve Ertaş 1998; Özdemir vd 1999; Aksu ve Kaya 2001; Doğruer vd 2001, 2003; Kaban 2009; 2013). Diğer taraftan El-Khateib *et al.* (1987) tarafından piyasadan temin edilen örneklerin pH değerinin 5,2-6,1 arasında değiştiği ve ayrıca duyusal açıdan pastırmada pH değerinin 5,5'in altında olmaması gerektiği vurgulanmıştır. Pastırma üzerinde

gerçekleştirilen diğer bir çalışmada ise pastırma üretiminin kurutma aşamasında proteolisiz sonucu açığa çıkan bazik karakterli bileşikler nedeni ile pH değerinde az da olsa bir artışın olduğu rapor edilmiş ancak pH değerinin 6,0'nın üzerine çıkmadığı bildirilmiştir (Kaban 2009). Bununla birlikte bazı araştırmalarda 5,5'in altında pH değerleri de tespit edilmiştir (Anıl 1988; Gürbüz vd 2003). Diğer taraftan mevcut çalışmada nitrit seviyesinin pH değeri üzerinde etkisi olmaz iken Aksu vd (2016) tarafından farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinde pH değerinin nitrit kullanımından (kontrol-0, 50, 100 ve 150 ppm) etkilendiği ve kontrol grubuna göre nitrit içeren örneklerin daha düşük pH değerleri verdiği ve ayrıca istatistiki açıdan nitrit içeren gruplar arasında fark olmadığı tespit edilmiştir. Mevcut çalışmada pastırma üretimi kontrollü şartlar altında klima üniteside gerçekleştirilmiş ve 150 ppm nitrat varlığında farklı oranlarda kullanılan nitritin ortalama pH değerleri arasında farklılıklara neden olmadığı belirlenmiştir.

4.1.2. Su aktivitesi(a_w)

Dünyada çeşitli et ürünlerinin işleme teknolojilerinin temelinde kurutma teknolojisi olduğu bilinmektedir (Gökalp vd 2002). Pastırma üretiminde etin tuzlanması/kürlenmesi ile su aktivitesinde düşüş gerçekleşmektedir (Kaban 2013). Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmalara ait a_w değerleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi tüm gruplarda a_w değeri 0,90'nın altında tespit edilmiştir. Kaban (2009) pastırmanın üretim prosesi boyunca a_w değerinde düşüş olduğunu ve düşük a_w değerinin mikrobiyal faaliyetlerin kontrolünde önemli olduğunu belirtmiştir. Pastıma üzerinde yürütülen araştırmalarda da a_w değeri 0,90'nın altında olduğu belirlenmiştir (El-Khateib *et al.* 1987; Özdemir vd 1999; İnat 2008; Kaban 2009).

Çizelge 4.4. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların a_w değerleri

Nitritseviyesi (ppm)	**Blok**	
	1	**2**
50	0,841	0,867
75	0,875	0,859
100	0,883	0,849
150	0,852	0,839

Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin aw değerleri ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir. Farklı nitrit oranı faktörü su aktivitesi üzerinde önemli etki göstermemiştir (P>0,05).

Çizelge 4.5. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin aw değerleri ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	**SD**	**KO**	**F**
Nitrit seviyesi	3	0,00	1,458
Blok	1	0,00	1,193
Hata	11	0,00	
Genel	16		

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, P>0,05 seviyesinde önemli

Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin a_w değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6'da gösterilmiştir. Ana varyasyon kaynağı olan nitrit seviyesinin a_w değeri üzerinde etkisinin olmadığı belirlenmiştir (P>0,05).

Çizelge 4.6. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin a_w değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Nitrit seviyesi (ppm)	**a_w**
50	0,854±0,021a
75	0,867±0,013a
100	0,866±0,020a
150	0,845±0,012a

Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farksızdır (P>0,05)

Doğruer vd (2003) sodyum ve potasyum nitratın üretim periyodu süresince pastırmanın kalitesine etkisini belirlemek amacı ile yaptıkları çalışmalarında çemenleme sonrasında ürünün a_w değerinin 0,889-0,911 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Uğuz vd (2011) tarafından farklı tuz içeriklerinin (%3, %6 ve %9 NaCl) pastırma kalitesi üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada ise tuz seviyesinin su aktivitesi üzerinde önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir. Analizler sonucunda %3, %6 ve %9 tuz içeren gruplarda ortalama a_w değeri sırasıyla 0,895, 0,853 ve 0,845 olarak tespit edilmiştir

4.1.3. TBARS

Gıdalarda lipit oksidasyonu sonucu aldehitler, ketonlar ve alkoller gibi çeşitli bileşikler oluşmaktadır (Kaya ve Kaban 2016). TBARS değeri malonaldehit olarak hesaplanmakta ve bu değer lipit oksidasyonunun bir göstergesi olarak alınmaktadır. Mevcut bu araştırmada TBARS değeri 10,66 ile 33,20 µmolMDA/kg arasında değişmiştir. Çizelge 4.7'den de görüldüğü üzere her iki blokta da en düşük ortalama değer 150 ppm nitrit içeren grupta tespit edilmiştir. Araştırmada her bir nitrit grubunda 150 ppm nitrat da kürleme karşımında kullanılmıştır.

Çizelge 4.7. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin TBARS değerleri (µmol MDA/kg)

Nitrit seviyesi (ppm)	Blok	
	1	2
50	17,98	31,53
75	13,17	31,71
100	13,96	33,20
150	10,66	30,49

Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları(µmol MDA/kg) Çizelge 4.8'de verilmiştir. Farklı nitrit seviyesi kullanımı TBARS değeri üzerinde P<0,05 düzeyinde etkili olmuştur.

Çizelge 4.8. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları(µmol MDA/kg)

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Nitrit seviyesi	3	12,689	4,104*
Blok	1	1265,936	409,419**
Hata	11	3,092	
Genel	16		

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

Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin TBARS değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (µmol MDA/kg) Çizelge 4.9'da verilmiştir. Nitrit seviyesine bağlı olarak TBARS değerinde düşüş gerçekleşmiş ve en düşük ortalama değer 150 ppm nitrit içeren grupta, en yüksek ortalama değer ise 50 ppm nitrit içeren grupta belirlenmiştir. Her bir grupta 150 ppm nitratta kullanıldığından nitrattan kaynaklanan nitritin de bu sonuçlar üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Bu sonuçlara göre 50 ppm nitrit ve 150 ppm nitrat varlığında, TBARS değeri daha yüksek düzeyde kalmıştır. Bununla birlikte yine nitrat varlığında 75 ve 100 ppm seviyelerinde de 50 ppm nitrit seviyesine yakın değerler söz konusu olmaktadır.

Çizelge 4.9. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin TBARS değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (µmol MDA/kg)

Nitrit seviyesi (ppm)	**TBARS**
50	24,76±7,85a
75	22,44±10,73ab
100	23,58±11,19a
150	20,57±11,47b

Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farksızdır (P>0,05)

Kaban (2009) pastırma üretim prosesi süresince lipit oksidasyonunun devam ettiğini ve bunun sonucu olarak TBARS değerinin arttığını belirtmiş ve son üründe 30 µmol MDA/kg civarında TBARS değeri tespit etmiştir. Aksu vd (2016) ise üretimde farklı nitrit seviyelerinin (0, 50, 100 ve 150 ppm $NaNO_2$) etkilerini araştırmış ve son üründe en düşük ortalama TBARS değerini 13,57 µmol MDA/kg olarak 150 ppm sodyum nitrit kullanılarak üretilen grupta ve en yüksek ortalama TBARS değerini ise nitrit içermeyen kontrol grubunda (30,26 µmol MDA/kg) tespit etmişlerdir.

4.2. Protein Tabiatında Olmayan Azotlu Madde Miktarı (NPN-M)

Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin NPN-M değerleri(g / 100 g) Çizelge 4.12'de verilmiş ve NPN-M değerleri 4,58 ile 5,98 g/100g arasında değişmiştir. Etin bileşiminde yaklaşık %1,5 oranında serbest amino asit, peptit, kreatin, kreatin fosfat ve IMP gibi çok sayıda protein tabiatında olmayan azotlu maddeler bulunmaktadır (Kaya 2000). Proteolizis derecesinin bir göstergesi olan protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarının pastırma üretimi sırasında arttığı değişik araştırmalarda da bildirilmiştir (Aksu ve Kaya 2001; Kaban 2009).

Çizelge 4.10. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin NPN-M değerleri (g/100g)

Nitrit seviyesi (ppm)	Blok	
	1	**2**
50	5,98	4,61
75	4,58	4,80
100	5,30	5,30
150	5,17	5,62

Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin NPN-M değerlerine ait varyans analiz sonuçları (g/100g) Çizelge 4.11'de gösterilmiştir. NPN-M değeri üzerinde farklı nitrit oranı kullanımı önemli etki göstermemiştir (P>0,05).

Çizelge 4.11. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin NPN-M değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	**SD**	**KO**	**F**
Nitrit oranı	3	0,358	0,776
Blok	1	0,072	0,155
Hata	11	0,462	
Genel	16		

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, P>0,05 seviyesinde önemli

Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin NPN-M değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir. En yüksek ortalama NPN-M değeri 5,98 g/100g olarak 50 ppm nitrit kullanılan grupta belirlenmiş ancak gruplar arasında istatistiki açıdan bir farklılık söz konusu olmamıştır. Buna göre nitrit seviyesinin 150 ppm'e kadar arttırılması protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarında önemli bir değişime sebep olmamaktadır.

Çizelge 4.12. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin NPN-M değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (g/100g)

Nitrit seviyesi (ppm)	**NPN-M**
50	5,21±0,81a
75	4,61±0,23a
100	4,75±0,46a
150	5,17±0,90a

Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farksızdır (P>0,05)

Diğer araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Aksu and Kaya 2002; Kaban 2009). NPN-M değerindeki farklılıkların hammadde ve üretim proses şartlarının farklılığından ileri geldiği bildirilmektedir (Kaban 2009).

4.3. Renk Değerleri

Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin kesit yüzey renk değerleri (L***,** a*, b*değerleri) Çizelge 4.13'de verilmiştir. Örneklerde parlaklığın göstergesi olan L* değeri 33,2 ile 35,49, kırmızılığın göstergesi olan a* değeri 22,8 ile 36,07 ve sarı rengin göstergesi olan b* değeri ise 1,38 ile 6,07 arasında değişmiştir. Kürlenmiş et ürünlerinin renginin oluşumunda nitritin parçalanması sonucu oluşan nitrik oksitin myoglobin ile birleşmesi sonucunda oluşan nitrosomyoglobin etkili olmaktadır (Gökalp vd 1994; Kaya ve Kaban 2016). Bir dizi reaksiyonun yer aldığı renk oluşumunda, kullanılan kürleme ajanı, hammadde pH'sı ve myoglobin içeriğinin yanı sıra üretim prosesi gibi faktörler de rol oynamaktadır (Vural ve Öztan 1992).

Çizelge 4.13. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin kesit yüzey renk değerleri (L***,** a*, b*değerleri)

Nitrit seviyesi (ppm)	Blok	L*	a*	b*
50	1	33,36	34,24	5,23
	2	35,25	22,80	1,38
75	1	34,53	31,95	6,07
	2	35,24	30,69	5,27
100	1	35,49	36,07	7,83
	2	34,99	23,48	2,42
150	1	33,81	33,56	5,66
	2	33,20	27,20	2,85

Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin kesit yüzey renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları (L***,** a* ve b*) Çizelge 4.14.'de gösterilmiştir. Renk değerleri üzerinde farklı nitrit seviyesi kullanımının önemli bir etkisi olmamıştır.

Çizelge 4.14. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin kesit yüzey renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları (L***,** a* ve b*)

		L*	
Varyasyon kaynakları	**SD**	**KO**	**F**
Nitrit seviyesi	3	6,895	2,204
Blok	1	1,695	0,542
Hata	43	3,128	-
Genel	48	-	-
		a*	
Nitrit seviyesi	3	16,526	0,860
Blok	1	748,13	38,930**
Hata	43	19,217	-
Genel	48	-	-
		b*	
Nitrit seviyesi	3	12,845	4,449**
Blok	1	124,099	42,982**
Hata	43	2,887	-
Genel	48	-	-

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

Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin kesit yüzey renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından da görüldüğü üzere en yüksek ortalama L* değeri 100 ppm nitrit ilave edilen grupta belirlenmiş ancak bu değer diğer gruplardan istatistiki olarak farklı bulunmamıştır (Çizelge 4.15). Örneklerin ortalama a* değeri de istatistiki olarak farklılık göstermemiştir. Buna karşın b* değeri üzerinde nitrit kullanımının P<0,01 seviyesinde etkisi olmuştur. En düşük b* değeri 50 ppm nitrit içeren grupta belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre 150 ppm nitrat varlığında nitrit seviyesinin 50 ppm'den 150 ppm'e çıkarılması parlaklığın ölçüsü olan L* değeri üzerinde önemli bir etki göstermemektedir. Benzer durum kırmızı renk yoğunluğunu ifade eden a* değerinde de söz konusu olmaktadır.

Çizelge 4.15. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin kesit yüzey renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (L***,** a* ve b*)

Nitrit seviyesi (ppm)	N	L*	a*	b*
50	12	34,31±1,92a	28,52±6,46a	3,31±2,15b
75	12	34,88±1,96a	31,32±4,45a	5,67±2,05a
100	12	35,24±1,86a	29,75±7,64a	5,13±3,19a
150	12	33,50±1,18a	30,38±4,82a	4,25±1,90ab

±: Standart sapma, a-b:Farklı harfle aynı sütünda işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farklıdır

Aksu ve Kaya (2001) Erzurum piyasasından temin ettikleri pastırma örneklerinin L* değerinin 32,05-50,00, +a* değerinin 13,66-36,63 ve +b* değerinin 6,67-20,54 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Aksu vd (2016) tarafından farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin L* değerleri arasında önemli bir farklılığın olmadığı, en yüksek a* ve b* değerlerinin 150 ppm nitrit kullanılan grupta belirlendiği rapor edilmiştir. Uğuz vd (2011) tarafından yapılan bir çalışmada ise genel olarak L*, a* ve b*değerlerinin proses boyunca azaldığı, yüksek tuz içeren örneklerin düşük tuz içeren örneklere göre daha yüksek a*değerine sahip olduğu, ancak bu tuz seviyeleri arasındaki farkın çok önemli olmadığı ve diğer sonuçlarla birlikte tuz seviyelerinin pastırmadaki kür renginin gelişimine negatif etkisinin olduğu bildirilmiştir.

4.4. Kalıntı Nitrit Sonuçları

Pastırma gibi parça halde işlenen et ürünlerinde kürlemede kullanılan nitrat ve nitritin ürünün rengi, lezzeti, raf ömrü ve ürün güvenliği açısından önemli etkileri söz konusudur. Bununla birlikte nitratın kullanıldığı kürleme işlemlerinde nitrattan beklenen etkilerin ortaya çıkabilmesi için nitrite indirgenmesi gerekmektedir. Bundan dolayı nitrat redüktaz aktivitesine sahip mikroorganizmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Kaya ve Kaban 2010). Pastırma florasında önemli bir yeri olan koagülaz negatif stafilokoklar nitrat redüktaz aktiviteleri ile nitratı nitrite dönüştürebilmektedir. Oluşan nitrit daha ileri reaksiyonlar neticesinde NO'ya dönüşmektedir (Kaya ve Kaban 2016; Kaban ve Kaya 2011). Diğer taraftan kür edilmiş et ürünlerinde kalıntı nitrit miktarının belirli sınırların altında olması insan sağlığı açısından büyük önem arz etmektedir (Sallan 2018). Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin kalıntı nitrit miktarlarına ait sonuçlar Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin kalıntı nitrit miktarı (ppm)

Nitrit seviyesi (ppm)	**Blok**	
	1	**2**
50	4,80	2,67
75	14,06	2,64
100	10,41	3,06
150	7,29	3,78

Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin kalıntı nitrit miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17'de gösterilmiştir. Kalıntı nitrit değeri üzerinde farklı nitrit oranı kullanımı önemli etki göstermemiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.17. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin kalıntı nitrit miktarlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	**SD**	**KO**	**F**
Nitrit seviyesi	3	15,171	3,016
Blok	1	149,064	29,637
Hata	11	5,030	
Genel	16		

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, P>0,05 seviyesinde önemli

Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin örneklerinin kalıntı nitrit miktarlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir. Gruplar arasında istatsitiki açıdan farklılık belirlenmemiş olup en düşük değer ortalama 50 ppm nitrit içeren grupta belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre 150 ppm nitrat varlığında ilave olarak 150 ppm nitrit kullanılması durumunda dahi kalıntı nitrit miktarı 10 ppm'in altındadır.

Akköse vd (2017) tarafından farklı nitrat seviyeleri (150-600 ppm) kullanılarak üretilen pastırmalarda kalıntı nitrit seviyesi 20 ppm'in altında bulunmuştur. Benzer şekilde Hazar vd (2017) tarafından yapılan çalışmada da farklı kürleme koşullarında (300 ppm nitrat veya 150 ppm nitrit) kürlenen pastırma örneklerinde de kalıntı nitrit miktarını 10 ppm'in altında olduğu rapor edilmiştir. Mevcut bu araştırma ve konu ile ilgili diğer araştırma sonuçları dikkate alındığında pastırmada kalıntı nitrit miktarı oldukça düşüktür.

Çizelge 4.18. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin kalıntı nitrit miktarlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (ppm)

Nitrit seviyesi (ppm)	**Kalıntı nitrit**
50	3,73±1,28a
75	8,35±6,65a
100	6,74±4,26a
150	5,54±2,03a

Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farksızdır (P>0,05)

4.5. Duyusal Analiz Sonuçları

Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin duyusal analiz sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir. Araştırmada pastırma örnekleri renk, tat, koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere örneklerin duyusal puanları ortalama değer olan 5'in üzerinde bulunmuştur.

Çizelge 4.19. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin duyusal analiz sonuçları

Duyusal Parametreler	**Nitrit Seviyesi (ppm)**				
	Blok	**50**	**75**	**100**	**150**
Renk	1	7,68	7,45	7,98	7,67
	2	7,42	6,95	7,35	7,27
Tat	1	7,25	7,75	8,13	7,48
	2	7,50	7,45	7,32	7,31
Koku	1	7,82	7,60	7,62	7,29
	2	7,00	7,59	7,04	7,27
Tekstür	1	7,00	7,35	7,59	7,41
	2	6,95	7,31	7,21	7,19
Genel Kabul Edilebilirlik	1	7,54	7,66	8,50	7,64
	2	7,44	7,33	7,37	7,35

Çizelge 4.20'de farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların duyusal analiz puanlarına ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere incelenen duyusal parametreler üzerinde farklı nitrit seviyelerinin etkisi olmamıştır ($P>0,05$).

Çizelge 4.20. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların duyusal analiz puanlarına ait varyans analiz sonuçları

Renk			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Nitrit seviyesi	3	0,078	6,387
Blok	1	0,401	32,706
Hata	3	0,012	
Genel	8		
Tat			
Nitrit seviyesi	3	0,057	0,594
Blok	1	0,133	1,39
Hata	3	0,095	
Genel	8		
Koku			
Nitrit seviyesi	3	0,038	0,461
Blok	1	0,256	3,079
Hata	3	0,083	
Genel	8		
Tekstür			
Nitrit seviyesi	3	0,071	5,497
Blok	1	0,06	4,585
Hata	3	0,013	
Genel	8		
Genel Kabul Edilebilirlik			
Nitrit seviyesi	3	0,098	0,938
Blok	1	0,428	4,112
Hata	4	0,104	
Genel	8		

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, P>0,05 seviyesinde önemli

Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların duyusal puanlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından da görüldüğü üzere nitrit kullanımı istatistiki açıdan bir farklılık göstermemiş ve incelenen parametreler açısından puanlar birbirine oldukça yakın çıkmıştır.

Çizelge 4.21. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların duyusal puanlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Duyusal parametreler	Nitrit seviyesi (ppm)			
	50	**75**	**100**	**150**
Renk	7,55±0,18a	7,20±0,35a	7,67±0,45a	7,47±0,28a
Tat	7,38±0,18a	7,60±0,21a	7,73±0,57a	7,40±0,13a
Koku	7,41±0,58a	7,60±0,01a	7,33±0,41a	7,28±0,01a
Tekstür	6,98±0,04a	7,33±0,03a	7,40±2,27a	7,30±0,16a
Genel kabul edilebilirlik	7,49±0,07a	7,50±0,23a	7,94±0,80a	7,50±0,21a

*Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farksızdır (P>0,05)

Bu sonuçlara göre pastırma üretiminde 150 ppm nitrat varlığında, 50 ppm nitrit kullanımı ile duyusal açıdan arzu edilen özelliklerde ürün üretmek mümkün gözükmektedir.

4.6. Uçucu Bileşik Profili

Fermente et ürünlerinin üretimi sırasında çok sayıda enzimatik ve biyokimyasal reaksiyon gerçekleşmektedir. Bu reaksiyonlar sonucu ürünün aroması üzerinde etkili bileşikler de oluşmaktadır. Ayrıca kür edilmiş et ürünlerinde tipik kür lezzetinin oluşumunda nitritin parçalanma ürünleri ile protein, yağ ve karbonhidrat parçalanma ürünleri arasında gerçekleşen bir takım reaksiyonlar sonucu tipik aroma maddeleri de oluşmaktadır (Kaya ve Kaban 2016). Et ürünlerinin üretimi sırasında oluşan uçucu bileşiklerin çoğunun, doymamış yağ asitlerinin kimyasal veya enzimatik oksidasyonunun ardından proteinler, peptitler ve serbest amino asitler ile daha ileri düzeyde etkileşimleri sonucu oluştuğu ifade edilmektedir (Toldra 2002).

Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin uçucu bileşikleri ($Au \times 10^{-6}$) Çizelge 4.22'de uçucu bileşik sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23'de verilmiştir. Araştırmada 38 adet uçucu bileşik tanımlanmıştır. Bu bileşiklerden 2-pentil-furan, oktanal, limonen, propil hekzanoat ve 2,4-hekzadienoik asit, metil ester üzerinde nitrit seviyesi P<0,05 düzeyinde etki göstermiştir. Nitrit

seviyesi faktörü di-2- propenil disülfür üzerinde ise P<0,01 düzeyinde etkiye sahip olmuştur (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.22. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin uçucu bileşikleri (Au×10^{-6})

Nitrit seviyesi (ppm)					
Bileşik adı	**Blok**	**50**	**75**	**100**	**150**
1,3-Pentadien	1	171,74	50,55	35,48	51,92
	2	14,29	56	22,64	32,01
Hekzan	1	5,99	0	4,29	0
	2	0	0	1,66	0
Thietan	1	4,43	13,77	4,12	0
	2	5,23	0	0	2,05
Asetik asit	1	3,59	3,8	9,25	0
	2	5,18	2,36	2,71	0
Sülfür allil metil	1	5,4	8,81	5,37	3,83
	2	5,35	4,47	2,74	2,13
Dimetildisülfür	1	0	1,18	0	0
	2	2,48	1,96	0	0
2-metil-2-bütenal	1	2,62	2,6	1,51	2,09
	2	1,69	1,3	0,87	1,67
Toluen	1	1,67	0	0,8	0
	2	0	0	0	0
Hekzanal	1	40,04	1,64	3,79	8,29
	2	41,95	35,87	10,63	50,15
3,3'-thiobis-1-propen	1	9,13	19,37	7,6	6,14
	2	10,9	9,38	4,99	4,21
Stiren	1	0	0	0,42	0
	2	0,35	5,8	0	0
Bütil propiyonat	1	2,71	0	2,42	0
	2	0	0	1,09	0
2-Heptanon	1	0,44	0	0	0
	2	0,61	0,49	0	0
Heptanal	1	5,71	0	0	1,38
	2	7,11	6,17	2,38	4,25

Çizelge 4.22. (devam)

Metil 2-propenildisülfür	1	9,6	20,51	11,52	7,39
	2	12,73	11,2	5,43	3,51
Metil-trans-propenil-disülfür	1	2,37	5,4	1,3	1,77
	2	4,51	1,02	1,46	0,81
2-pentil-furan	1	1,7	0,81	0,49	0,59
	2	1,54	1,26	0,77	0,84
2-Heptenal	1	1,35	0,26	0	0,6
	2	1,91	1,41	1,14	1,28
Tiyo- S-bütil ester Hekzanoik asit	1	8,46	2,36	3,66	4,03
	2	11,81	9,07	8,7	0
Benzaldehit	1	20,76	18,18	6,02	14,47
	2	33,84	23,85	35,52	28,8
Oktanal	1	7,1	4,48	0,83	1,38
	2	8,82	3,71	2,75	3,94
Limonen	1	0,8	0	0,77	0
	2	0	0,69	0,49	0
Hekzanoik asit	1	2,83	0	0,61	0,98
	2	3,1	2,12	1,34	0
2,4-Hekzadienoik acid, metil ester	1	3,65	4,02	1,64	2,24
	2	4,34	3,18	3,07	1,54
2,4-Heptadienal	1	0,7	0	0	0
	2	0,74	0,39	1,2	0,45
3,5-Oktadien-2-ol	1	1,27	0	0	0,71
	2	1,47	1,14	1,33	1,48
Propilhekzanoat	1	6,93	4,44	4,86	3,34
	2	5,77	5	4,85	4,06
di-2-propenildisülfür	1	10,28	51,97	7,45	16,41
	2	14,34	0	15,79	9,18
Linalol	1	1,24	0,86	1,04	0,33
	2	0	0,98	2,72	0,41
3,5-oktadien-2-one	1	0,63	1,64	0	0,56
	2	1,09	0,39	1,64	0,86
Dodecane	1	0,64	0,85	1,01	0,17
	2	0,31	0	0,93	0
Hekzilbütanoat	1	4,08	2,32	4,1	1,4
	2	2,41	1,9	2,76	1,75

Çizelge 4.22. (devam)

2-Nonenal	1	1,73	0,34	0,37	0,44
	2	3,09	2,26	1,54	1,72
2,4-Nonadienal	1	1,53	0,36	0,00	0,30
	2	1,24	0,79	1,25	0,63
Carvone	1	3,27	6,88	3,22	3,67
	2	4,60	4,87	4,48	3,57
Eugenol	1	0,00	2,61	1,14	0,99
	2	0,44	1,27	0,40	0,00
Benzen,1,2-dimetoksi-4-(2-propenil)	1	0,02	9,49	4,40	1,68
	2	3,80	5,94	3,18	5,15
Karyofillen	1	0,85	1,09	0,75	0,45
	2	0,74	2,07	0,39	1,50

Çizelge 4.23. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların uçucu bileşik sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları

Bileşikler	**SD**	**KO**	**F**
1,3-Pentadien	3	196,989	0,405
Hekzan	3	5,940	1,110
Thietan	3	14,178	0,536
Asetik asit	3	12,855	2,171
Sülfür allil metil	3	5,052	1,411
Dimetil disülfür	3	1,352	1,601
2-metil-2-bütenal	3	0,351	0,895
Toluen	3	0,537	1,500
Hekzanal	3	416,990	1,122
3,3'-thiobis-1-propen	3	34,576	2,438
Stiren	3	3,858	0,909
Bütil propiyonat	3	1,665	1,462
2-Heptanon	3	0,125	3,716
Heptanal	3	9,589	1,422
Metil 2-propenil disülfür	3	38,962	2,097
Metil-trans-propenil-disülfür	3	2,660	0,861
2-pentil-furan	3	0,403	8,726*
2-Heptenal	3	0,408	0,961
Tiyo- S-bütil ester Hekzanoik asit	3	22,061	1,803

Çizelge 4.23. (devam)

Benzaldehit	3	19,238	0,120
Oktanal	3	14,871	8,626*
Limonen	3	0,136	0,908*
Hekzanoik asit	3	2,380	3,142
2,4-Hekzadienoik asit, metil ester	3	1,994	4,293*
2,4-Heptadienal	3	0,140	0,624
3,5-Oktadien-2-ol	3	0,280	0,606
Propilhekzanoat	3	2,385	8,760*
di-2-propenil disülfür	3	755,450	42,759**
Linalol	3	0,874	1,596
3,5-oktadien-2-one	3	0,032	0,056
Dodecane	3	0,266	2,454
Hekzilbütanoat	3	1,597	2,616
2-Nonenal	3	0,884	0,827
2,4-Nonadienal	3	0,353	1,457
Carvone	3	2,185	2,360
Eugenol	3	1,145	2,604
Benzen,1,2-dimetoksi-4-(2-propenil)	3	12,256	2,426
Karyofillen	3	0,375	1,360

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

Çizelge 4.24'de farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların uçucu bileşiklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiştir. Mevcut bu çalışmada ketonlar, alifatik hidrokarbonlar, sülfürlü bileşikler, asitler, aldehitler, aromatik hidrokarbonlar, esterler, terpenler, furan ve alkol olmak üzere 10 farklı kimyasal gruba dahil toplam 38 uçucu bileşik belirlenmiştir (Çizelge 4.24).

Araştırmada belirlenen keton, alifatik ve aromatik hidrokarbon, asit ve alkol bileşikleri üzerinde nitrit kullanımının önemli etkisi olmamıştır (P>0,05). Bununla birlikte bu bileşikler için en yüksek ortalama değerler genellikle 50 ppm nitrit içeren grupta belirlenmiştir (Çizelge 4.24).

Mevcut çalışmada en çok bileşik aldehitler grubunda belirlenmiştir. Kaban (2009), Kaban ve Kaya (2011) ve Akköse vd (2017) tarafından yapılan çalışmalarda da aldehitlerin pastırmanın uçucu profili içerisinde önemli bir yere sahip olduğunu rapor edilmiştir. Aldehitler içerisinde sadece oktanal üzerinde nitrit seviyesinin etkisi olmuştur ($P<0,05$).

En yüksek ortalama değer 50 ppm nitrit kullanılan grupta belirlenmiştir (Çizelge 4.21). Diğer taraftan istatistiki açıdan önemli bulunmasa da belirlenen tüm aldehitler en yüksek ortalama değerleri 50 ppm nitrit içeren grupta göstermiştir.

Araştırmada yedi farklı sülfürlü bileşik belirlenmiştir. Bu bileşiklerden di-2-propenil disülfür üzerinde nitrit seviyesi çok önemli etki göstermiş ($P<0,01$) ve en yüksek ortalama değeri 75 ppm nitrit içeren grup vermiştir. Kaban (2009), Kaban ve Kaya (2011) ve Akköse vd (2017) de pastırmada sülfürlü bileşikleri belirlemişlerdir. Ayrıca Kaban (2009) sülfürlü bileşiklerin çemenden kaynaklanabileceğini de rapor etmiştir.

Esterler içerisinde propil hekzanoat ve 2,4-hekzadienoik asit, metil ester ($P<0,05$ seviyesinde) nitrit seviyesinden etkilenmiştir. Esterlerin karbosilik asitlerin ve alkollerin esterifikasyonu sonucu, düşük molekül ağırlıklı esterlerin ise karbonhidrat metabolizması sonucu oluşabildiği belirtilmektedir (Rotsatchakul *et al.* 2008). Akköse vd (2017) tarafından yapılan bir araştırmada farklı nitrat seviyesi faktörünün bütil propiyonat üzerinde $P<0,05$, 2,4-hekzadienoik asit, metil ester ve propil hekzanoat üzerinde ise $P<0,01$ seviyesinde etkili olduğu, hekzil bütanoat üzerinde ise istatiski olarak bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($P>0,05$).

Araştırmada terpenler grubuna ait 5 bileşik belirlenmiştir. Bu bileşiklerden limonen üzerinde nitrit seviyesi etkili olmuş ve en yüksek ortalama değer 100 ppm nitrit içeren grupta belirlenmiştir. Terpenlerin genellikle hayvan yemlerinden ete geçtiği ve dolayısıyla hayvan beslenmesi ile alakalı olduğu belirtilmektedir (Kaban 2009).

Isıl işlem sonucu oluştuğu bilinen 2-pentil-furanın, linoleik asitin oksidasyonu sonucu da oluşabileceği bildirilmiştir (Ruiz *et al.* 1999). Araştırmada 2-pentil-furan'nın nitrit seviyesi faktöründen etkilendiği ve en yüksek ortalama değeri 50 ppm nitrit kullanılan grupta verdiği belirlenmiştir. Buna göre nitrit seviyesi arttıkça 2-pentil-furan seviyesi düşüş göstermektedir. Akköse vd (2017) 2-pentil-furan üzerinde nitrat seviyesinin çok önemli (P<0,01) derecede etkili olduğunu ve bu bileşiğin miktarının 600 ppm seviyesinde düştüğünü, en yüksek ortalama değerin ise 150 ppm seviyesinin verdiğini bildirmiştir.

Çizelge 4.24. Farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırmaların uçucu bileşiklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Uçucu Bileşikler	**Nitrit seviyesi (ppm)**			
	50	**75**	**100**	**150**
Keton				
1,3-Pentadien	43,02±40,62a	53,28±3,85a	29,06±9,08a	42,00±14,08a
2-Heptanon	0,53±0,12b	0,25±0,35ab	0,00±0,00a	0,00±0,00a
3,5-oktadien-2-one	0,86±0,33a	1,02±0,88a	0,82±1,16a	0,71±0,21a
Alifatik hidrokarbonlar				
Hekzan	2,30±4,24a	0,00±0,00a	2,98±1,86a	0,00±0,00a
Dodecane	0,48±0,23a	0,43±0,60a	0,97±0,06a	0,09±0,12a
Sülfürlü bileşikler				
Thietan	4,83±0,56a	6,89±9,74a	2,06±2,91a	1,03±1,45a
Allil metil sülfür	5,38±0,04a	6,64±3,07a	4,06±1,86a	2,98±1,20a
Dimetildisülfür	1,24±1,76a	1,57±0,55a	0,00±0,00a	0,00±0,00a
3,3'-thiobis-1-propen	10,02±1,25a	14,38±7,06a	6,30±1,85a	5,18±1,36a
Metil 2-propenil disülfür	11,17±2,21a	15,86±6,58a	8,48±4,31a	5,45±2,74a
Metil-trans-propenil-disülfür	3,44±1,51a	3,21±3,10a	1,38±0,11a	1,29±0,68a
di-2-propenil disülfür	12,31±2,87b	51,10±1,23a	11,62±5,90b	12,80±5,11b

Çizelge 4.24. (devam)

Asitler				
Asetik asit	4,39±1,12a	3,08±1,01a	5,98±4,62a	0,00±0,00a
Hekzanoik asit	2,97±0,19a	1,06±01,50a	0,98±0,52a	0,49±0,69a
Aldehitler				
2-metil-2-bütenal	2,16±40,62a	1,95±3,85a	1,19±0,079a	1,88±14,08a
Hekzanal	41,00±1,35a	18,76±24,20a	7,21±4,84a	29,22±29,60a
Heptanal	6,41±0,99a	3,09±4,36a	1,19±1,68a	2,82±2,03a
2-Heptenal	1,63±0,40a	0,84±0,81a	0,57±0,81a	0,94±0,48a
Benzaldehit	27,30±9,25a	21,02±4,01a	20,77±20,86a	21,64±10,13a
Oktanal	7,96±1,22b	4,10±0,54a	1,79±1,39a	2,66±1,81a
2,4-Heptadienal	0,72±0,03a	0,20±0,28a	0,60±0,85a	0,23±0,32a
2-Nonenal	2,41±0,96a	1,30±1,36a	0,96±0,83a	1,08±0,91a
2,4-Nonadienal	1,39±0,21a	0,58±0,30a	0,63±0,88a	0,47±0,23a
Aromatik hidrokarbonlar				
Toluen	1,31±0,81a	1,21±0,42a	0,47±0,66a	0,28±0,40a
Stiren	1,18±0,25a	2,90±4,10a	0,21±0,30a	0,00±0,00a
Benzen,1,2-dimetoksi-4-(2-propenil)	1,91±2,67a	7,72±2,51a	3,80±0,86a	3,42±2,45a
Esterler				
Bütilpropiyonat	1,36±1,92a	0,00±0,00a	1,76±0,94a	0,00±0,00a
Tiyo- S-bütil ester Hekzanoik asit	10,14±2,37a	5,72±4,75a	6,18±3,56a	2,02±2,85a
2,4-Hekzadienoik asit,metil ester	3,40±0,49ab	3,60±0,59a	2,36±1,01ab	1,89±0,49b
Propilhekzanoat	6,35 ±0,82a	4,72±0,40b	4,86±0,01b	3,70±0,51b
Hekzilbütanoat	3,25±1,18a	2,11±0,30a	3,43±0,95a	1,58±0,25a
Furan				
2-pentil-furan	1,62±0,11a	1,04±0,32ab	0,63±0,20b	0,72±0,18b

Çizelge 4.24. (devam)

Terpenler				
Limonen	0,40±0,57a	0,35±0,49a	0,63±0,20a	0,00±0,00b
Linalol	0,62±0,88a	0,92±0,09a	1,88±1,19a	0,37±0,06a
Carvone	3,94±0,94a	5,88±1,42a	3,85±0,89a	3,620,07a
Eugenol	0,22±0,31a	1,94±0,95a	0,77±0,52a	0,50±0,70a
Karyofillen	0,80±0,08a	1,58±0,69a	0,57±0,25a	0,98±0,56a
Alkol				
3,5-Oktadien-2-ol	1,37±1,14a	0,57±0,81a	0,67±0,94a	1,10±0,54a

5. SONUÇ

Araştırmada pastırma üretiminde 150 ppm nitrat varlığında farklı nitrit seviyelerinin (50, 75, 100 ve 150 ppm) uçucu bileşikler ile bazı fiziko-kimyasal ve duyusal özellikler üzerine etkileri araştırılmıştır. Pastırma üretiminde hammadde olarak sığır karkasından elde edilen M. *Longissmus dorsi* kası kullanılmış ve üretim sıcaklık, nispi rutubet ve hava cereyanı otomatik olarak kontrol edilebilen klima ünitesinde 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Üretimi müteakiben her bir gruba ait pastırmalardan alınan örnekler analizlere tabi tutulmuştur. Elde edilen verilerden aşağıda belirtilen genel sonuç ve önerilere ulaşılmıştır.

1. Parça halde işlenen kuru kür edilmiş-kurutulmuş bir et ürünü olan pastırmada tam bir laktik asit fermentasyonu gerçekleşmediğinden pH değeri genellikle 5,5'in üzerinde bulunmaktadır. Bu araştırmada nitrit seviyesi faktörü pH değeri üzerinde etkili olmamış ve ortalama pH değerleri diğer pek çok çalışmaya benzer şekilde 5,5'in üzerinde bulunmuştur.

2. Pastırma, orta nemli gıdalar sınıfında yer almaktadır. Pastırma üretiminde su aktivitesi ürün güvenliği açısından önemli bir engel etkendir. Bu üründe ürün güvenliğinin sağlanması için su aktivitesinin 0,90'nın altına düşmesi oldukça önemlidir. Nitekim mevcut çalışma sonuçları nitrit seviyesinin düşürülmesinin su aktivitesini etkilemediğini göstermiş ve ayrıca tüm gruplarda ortalama aw değeri 0,90'nın altında bulunmuştur.

3. Nitrat ve nitrit gibi kürleme ajanlarının et ürünlerinde kullanım nedenlerinden biri oksidasyonun engellenmesidir. Lipit oksidasyonunun bir göstergesi olan TBARS değeri, nitrit seviyesi farktöründen etkilenmiş ve en düşük ortalama değer 150 ppm nitrit kullanılan grupta tespit edilmiştir. Buna karşın 75 ve 100 ppm nitrit seviyeleri de 150 ppm'den istatsitiki açıdan bir farklılık göstermemiştir. Bu sonuçlara göre nitrit oranının artması oksidasyon hızının yavaşlamasına neden olmuştur. Bununla birlikte

nitrit seviyesinin 50'den 75'e ve hatta 100 ppm'e çıkarılması TBARS değerinde istatsitiki açıdan önemli bir düşüşe neden olmamıştır.

4. Protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı üzerinde farklı nitrit seviyelerinin önemli bir etkisi görülmemiştir. Proteolisizin bir göstergesi olan bu değer üzerinde hammaddenin ve üretim proses şartlarının daha etkili olduğu belirtilmektedir. Nitekim bu çalışmada elde edilen sonuçlar, pastırma üzerinde yürütülen diğer çalışmalar ile benzerlik göstermiştir.

5. Kür edilmiş et ürünlerinde kalıntı nitrit miktarı nitrozamin oluşumu açısından önemli bir faktördür. Mevcut araştırmada nitrat varlığında 150 ppm nitrit kullanıldığında dahi kalıntı nitrit miktarı 10 ppm'in altında bulunmuştur.

6. Pastırmada kesit yüzey rengi önemli bir kalite kriteridir. Farklı nitrit seviyeleri parlaklığın ölçüsü olan L* değeri ile kırmızılığın ölçüsü olan a* değeri üzerinde önemli bir etki göstermemiştir. Diğer bir ifade ile kürleme işleminde nitrat kullanılması durumunda ilave olarak nitrit kullanılması bu değerler üzerinde etkili olmamaktadır. Buna karşın farklı nitrit seviyesi b* değerinde bazı farklılıklara neden olmuştur.

7. Araştırmada nitrit seviyesinin renk, tat, koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik duyusal parametreleri üzerine etkileri de incelenmiştir. İncelenen tüm parametreler üzerinde bu faktörün etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte koku hariç diğer paramatrelerde en yüksek ortalama değer 100 ppm nitrit içeren grupta tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre pastırma üretiminde 150 ppm nitrat kullanılması durumunda nitrit seviyesinin 50 ppm'e kadar düşürülmesi duyusal parametreler de önemli değişimlere neden olmamaktadır.

8. Araştırmada ketonlar, alifatik hidrokarbonlar, sülfürlü bileşikler, asitler, aldehitler, aromatik hidrokarbonlar, esterler, terpenler, furan ve alkol gruplarına dahil toplam 38 uçucu bileşik tanımlanmış ve nitrit seviyesi faktörünün sadece sınırlı sayıda uçucu bileşik üzerinde etki gösterdiği tespit edilmiştir. 2-pentil-furan, oktanal, limonen, propil

hekzanoat ve 2,4-hekzadienoik asit, metil ester nitrit seviyesinden $P<0,05$ düzeyinde, di-2- propenil disülfür ise $P<0,01$ düzeyinde etkilenmiştir. İstatistiki açıdan etkilenen bileşiklerde dahil tüm bileşiklerin genellikle 50 ppm nitrit seviyesinde daha yüksek ortalama değerler verdiği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

Akköse, A., Kaban, G., Karaoğlu, M. M., Kaya, M., 2018. Characteristics of pastırma types produced from water buffalo meat, Kafkas Üniversitesi Veteniner Fakültesi Dergisi, 24(2), 179-185.

Akköse, A.,Ünal, N.,Yalınkılıç, B.,Kaban, G.,Kaya, M.,2017. Volatile compounds and some physico-chemical properties of pastırma produced with different nitrate levels. Asians- Australasian Journal of Animal Sciences, 30(8), 1168–1174.

Aksu, M.İ., Erdemir, E.,Çakıcı, N., 2016. Changes in the physico-chemical and microbial quality during the production of pastırma cured with different levels of sodium nitrite. Korean Journey Food Science Animal, 36(5), 617-625.

Aksu, M.İ., Kaya, M., 2002a. Some microbiological and chemical properties of pastirma produced using potassium nitrate and starter culture. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 26(1), 125–132.

Aksu, M.İ., Kaya, M., 2002b. The possibilities for the use of commercial starter cultures in pastirma production. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 26(4), 917–923.

Aksu, M.İ.,Kaya, M., 2001. Erzurum piyasasında tüketime sunulan pastırmaların bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 25, 319-326.

Aktaş, N., Aksu, M.I.,Kaya, M., 2005. Changes in myofibrillar proteins during processing of pastirma (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-Stickstaffsubstanz in Fleischerzeugnissen.

Anonim, 2004. Türkiye'ye özgü beslenme rehberi. Hacettepe Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara.

Anonim, 2012. Türk Gıda Kodeksi Et ve Et ürünleri Tebliği. Tebliğ No: 2012/74.Sayı: 28488. Ankara.

Anonymous, 2008. Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council.

Bayraktar, N., Gökçe, R.,Ergün, Ö., 1998. Gıdalarda nitrat ve nitrit kalıntılarının insan sağlığı üzerine etkileri. Ekoloji Çevre Dergisi,7, 28-30.

Cassens, R.G., 1997. Composition and safety of cured meats in the USA. Food Chemistry, 59(4), 561-566.

Çakmak, Ö., İşleyen, A.,Usca, A., 2009. N-nitrozo bileşikleri ve halk sağlığına etkileri. TAF Preventive Medicine Bulletin, 8 (6), 521-526.

Demirezen, D.,Uruç, K., 2006. Comparative study of trace elements in certain fish, meat and meat products. Meat Science, 74, 255-260.

Dogruer, Y., Güner, A., Gürbuz, U., 2007. Effects of curing techniques and compositions on chemical, microbiological and sensory qualities of turkey pastirma. Archiv fur Lebensmittelhygiene, 58(2), 64–69.

Doğruer, Y., 1995. Konya'da tüketime sunulan pastırmaların kalitesi. Veteriner Bilimleri Dergisi, 11(2), 77-81.

Doğruer, Y., Güner,A., Gürbüz, Ü.,Uçar, G.,2003. Sodyum ve potasyum nitratın üretim periyodu süresince pastırmanın kalitesine etkisi. Turkish Journal of Veteriner and Animal Sciences, 27, 805-811.

Doğruer, Y., Nizamlıoglu, M.,Gürbüz, Ü. 1998. Çeşitli çemen karışımlarının pastırma kalitesine etkisi II: Mikrobiyolojik nitelikler. Journal of Veterinary and Animal Sicences, 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., 2005. Effect of using sodium and potassium nitrate on degrading ad residue level of nitrate and nitre contents of pastırma during the storage period. Acta Alimentaria, 34 (2), 141-144.

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, D.A., 2005. Determination of some chemical and microbial parameters of experimental Turkish pastrami during production. Archiv fur Lebensmittelhygiene, 56(6), 139-143.

Erdemir, E, Aksu, M.İ.,2017.Changes in the Composition of Free Amino Acid During Production of Pastirma Cured with Different Levels of Sodium Nitrite. Journal of Food Processing and Preservation, 41(2), e12801. doi.org/10.1111/jfpp.12801

Gökalp, H., Kaya, M.,Zorba, Ö .,2002. Et ürünleri işleme Mühendisliği. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:320, 468s, Erzurum.

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.

Gönülalan , Z., Yıldırım, Y., Ertaş, N.,Kök, F., 2009. Effects of starters culture use on some quality parameters of pastrami manufactured from water buffalo meat .Journal of Animal Veterinary Advances, 8(10), 2094-2099.

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., 2004. Pastırma üretiminde değişik tuzlama tekniklerinin uygulanması ve kaliteye etkileri. Veteriner Bilimleri Dergisi, 20(2), 5-20.

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.

Hazar, F.Y.,Kaban, G., Kaya, M.,2017.The effects of different processing conditions on biogenic amine formation and some qualitative properties in pastırma. Journal of Food Science and Technology ,54(12), 3892-3898.

Honikel, K.O.,2008. The use and control of nitrate and nitrite fort he processing of meat products. Meat Science, 78 ,68-76.

Hsu, J., Arcot, J., Lee, N.A, 2009. Nitrate ve nitrite quantification from cured meat and vegetables and their estimated dietary intake in Australians. Food Chemistry, 115, 334-339.

İnat, G.,2008. Pastırma üretiminde kontaminasyon kaynaklarının belirlenmesi ve iyileştirme koşullarının araştırılması. Uludağ Universty Journal of Faculty of Veterinary and Medicine,27 (1-2) , 53-59.

Jin, G., Zhang, J.,Yu, X.,Zhang, Y.,Lei, Y.,Wang, J., 2010. Lipolysis and lipid oxidation in bacon during curing and drying-ripening. Food Chemistry, 123, 465-471.

Kaban, G., 2009. Changes in the composition of volatile compounds and in mikrobiological and physicochemical parameters during pastırma processing . Meat Science, 82, 17-23.

Kaban, G., Kaya, M., 2011. Volatile compounds of traditionally produced pastirma. Fleischwirtschaft, 91(4), 112-116.

Kaban, G., Kaya, M., 2011. Volatile compounds of traditionally produced pastirma.Fleischwirtschaft, 91(4), 112-116.

Kaban, G., Kaya, M.,2006. Pastırmadan katalaz pozitif kokların izolasyonu ve identifikasyonu .Türkiye 9. Gıda Kongresi,24-26 Mayıs 2006.

Kaban,G.,2013.Sucuk and pastırma :Microbioolgical changes and formationof volatile compounds.Meat science , 95 , 912-918.

Kaya, M., Kaban, G., 2016. Fermente et ürünleri. Gıda Teknolojisi, Editör Necla ARAN, ss. 157-190, Nobel Yayıncılık, İstanbul.

Kaya,M.,2000. Et ürünleri işleme ders notları .Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi,Erzurum.

Kök, F., 2003. Pastırma üretim teknolojisini geliştirme çabaları. Uludağ Veteriner Fakültesi Dergisi,22 (1-2-3), 109-114.

Lemon, D.W., 1975. An Improved TBA Test for Rancidity New Series Circular, No:51. Halifax-Laboratory, Halifax, Nova Scotia.

Nizamlıoğlu, M., Doğruer, Y., Gürbüz , U.,Kayaardi, 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.

Özçelik, S., 1982. Bazı gıdalarda nitrit ve nitrozaminlerin oluşumu ve sağlığa zararlı etkileri. Gıda, 7(4), 183-188.

Özdemir, H., Sireli, U.T.,Sarımehmetoğlu, B., 1999. Ankara'da tüketime sunulan pastırmalarda mikrobiyal floranın incelenmesi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 23, 57-62.

Öztan, A.,2005. Et Bilimi ve Teknolojisi.TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Kitaplar Serisi Yayın no:1, 405s, Ankara.

Palamutoğlu , R.,Sarıçoban ,C.,2012.Et ürünlerinde nitrat ve nitrite alternatif kürleme maddeleri.Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 7(3), 46-58.

Parthasarathy D.K.,Bryan N.S.,2012. Sodium nitrite : The ''Cure'' for nitric oxide insufficiency. Meat Science, 92(2012), 274-279.

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. and Garcia, C., 1999. Volatile compounds of dry-cured Iberian ham as affected by the length of the curing process. Meat Science, 52, 19–27.

Sallan, S., 2018. Fermente sucukta nitrozamin oluşumuna karabiber seviyesi, sodyum askorbat kullanımı ve pişirme derecesinin etkileri. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum.

Sancak, Y.D, Ekici, K.,İşleyici, Ö.,2008. Fermente türk sucuğu ve pastırmalarda kalıntı nitrat ve nitrit düzeyleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Dergisi, 19(1), 41-45.

Sebranek, J.G.,Bakus, J.N, 2007. Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues?. Meat Science, 77, 136-147.

Sindelar, J.J.,Milkowski, A.L.,2012. Human safety controversies surrounding nitrate and nitrite in the diet. Meat Science, 26, 259-266 .

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.

Tauchmann, F., 1987. Methoden der chemischen Analytik von Fleisch und Fleischwaren, Bundensanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 80.

Tekinşen, O.C.,Doğruer, Y.,2000. Her yönüyle pastırma.Selçuk Üniversitesi Basımevi, 124s ,Konya.

Tolda, F.,2002. Dry -Cured Meat Products. Wiley-Blackwell, pp. 239, Ames, Iowa, USA.

Toldra, F., Aristoy, M.C. and 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 qualıty characteristics during processing of dry-cured Turkish Pastırma. Journal of Food Quality, 34, 204-211.

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 Foresty, 22, 515–520.

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Trabzon'da doğdu. ilkokul öğrenimini Samsun'da Lise öğrenimini Denizli'de tamamladı. Lisans Eğitimini ise Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünde tamamladı. Yüksek lisans eğitiminide Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda başlayarak 2018 yılında ise yüksek lisans eğitimini tamamladı.