

**PASTIRMA ÜRETİMİNDE BİYOJEN AMİN
OLUŞUMU VE BAZI KALİTATİF ÖZELLİKLER
ÜZERİNE FARKLI PROSES ŞARTLARININ
ETKİLERİ**

Fatma Yağmur HAZAR

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. Mükerrerem KAYA**

2014

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**PASTIRMA ÜRETİMİNDE BİYOJEN AMİN OLUŞUMU VE
BAZI KALİTATİF ÖZELLİKLER ÜZERİNE FARKLI PROSES
ŞARTLARININ ETKİLERİ**

Fatma Yağmur HAZAR

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2014**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**PASTIRMA ÜRETİMİNDE BİYOJEN AMİN OLUŞUMU VE BAZI KALİTATİF
ÖZELLİKLER ÜZERİNE FARKLI PROSES ŞARTLARININ ETKİLERİ**

Prof. Dr. Mükerrerem KAYA danışmanlığında, Fatma Yağmur HAZAR tarafından hazırlanan bu çalışma 23/06/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak ~~oybirliği/oy çokluğu~~ (.../...) ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Mükerrerem KAYA

İmza

:

Üye : Prof. Dr. Hasan SEÇEN

İmza

:

Üye : Doç. Dr. Güzin KABAN

İmza

:

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 26.06.2014 tarih ve 26/808 nolu kararı ile onaylanmıştır.

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

PASTIRMA ÜRETİMİNDE BİYOJEN AMİN OLUŞUMU VE BAZI KALİTATİF ÖZELLİKLER ÜZERİNE FARKLI PROSES ŞARTLARININ ETKİLERİ

Fatma Yağmur HAZAR

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mükerrrem KAYA

Araştırmada, pastırma üretimi için iki farklı kürlenme sıcaklığı (4°C veya 10°C) ve iki farklı kürlenme ajanı (150 ppm sodyum nitrit veya 300 ppm potasyum nitrat) faktör olarak seçilmiş ve bu faktörlerin pastırmada biyogen amin oluşumu ile bazı kalitatif özellikler üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Pastırma üretimi kontrollü şartlar altında gerçekleştirilmiştir. Üretimden sonra son üründe biyogen amin analizinin yanı sıra pH, a_w , kalıntı nitrit, TBARS, protein tabiatında olmayan azotlu madde ve renk (L^* , a^* ve b^*) analizleri de yapılmıştır. Ayrıca örnekler mikrobiyolojik (laktik asit bakteri, *Micrococcus/Staphylococcus*, Enterobacteriaceae ve maya-küf) özellikler açısından da analiz edilmiştir. Pastırma örneklerinin tümünde kalıntı nitrit seviyesi 10 ppm'in altında tespit edilmiştir. TBARS değeri üzerinde hem kürlenme sıcaklığı hem de kürlenme ajanı çok önemli ($P<0,01$) etkide bulunmuştur. Protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı üzerinde ise kürlenme ajanı önemli ($P<0,05$) etki göstermiştir. 10°C'lik kürlenme sıcaklığı L^* değerini, nitrat kullanımı ise a^* değerini artırmıştır. Nitrit kullanımı laktik asit bakterilerinin gelişimi üzerinde olumsuz etki göstermiştir. *Micrococcus/Staphylococcus* nitrat varlığında iyi bir gelişme göstermiştir. Pastırma örneklerinin tümünde Enterobacteriaceae sayısı saptanabilir sınırın altında bulunmuştur. Hem kürlenme sıcaklığı hem de kürlenme ajanı triptamin, kadaverin, histamin, tiramin ve spermin miktarları üzerinde önemli bir farklılığa neden olmamıştır ($P>0,05$). Putresin miktarı üzerinde kürlenme sıcaklığının, spermidin miktarı üzerinde ise kürlenme ajanının çok önemli ($P<0,01$) etkileri belirlenmiştir. Feniletilamin ise pastırma örneklerinde belirlenememiştir.

2014, 72 sayfa

Anahtar Kelimeler: Nitrat, nitrit, kürlenme sıcaklığı, biyogen amin, TBARS, kalıntı nitrit

ABSTRACT

THE EFFECTS OF DIFFERENT PROCESSING CONDITIONS ON BIOGENIC AMINE FORMATION AND SOME QUALITATIVE PROPERTIES IN PASTIRMA PRODUCTION

Fatma Yağmur HAZAR

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

Supervisor: Prof. Dr. Mükerrerem KAYA

In this research, two different curing temperatures (4°C or 10°C) and two different curing agents (150 ppm sodium nitrite or 300 ppm potassium nitrate) for pastirma production were selected as factors and it was aimed to determine the effects of those factors on biogenic amine content and some other qualitative properties of pastirma. The production of pastirma was conducted under controlled conditions. After the production, analysis of biogenic amines as well as pH, a_w , residual nitrite, TBARS, non-protein nitrogenous substance content and color (L^* , a^* and b^*) analyzes were performed in the final product. Microbiological (Lactic acid bacteria, *Micrococcus/Staphylococcus*, Enterobacteriaceae and yeast-mold) properties of samples were also analyzed. The amount of residual nitrite was detected under the 10 ppm in all of pastirma samples. Both curing temperature and curing agent were found to have very significant effect ($P<0,01$) on the TBARS value. Curing agent had a very significant effect ($P<0,05$) on non-protein nitrogenous substance content. Curing temperature of 10°C increased L^* value, use of nitrate also increased a^* value. The use of nitrite had shown a negative effect on the growth of lactic acid bacteria. *Micrococcus / Staphylococcus* showed a good growth in the presence of nitrate. In all of pastirma samples Enterobacteriaceae counts were found under the detectable levels. Both curing temperature and curing agent had no significant differences ($P>0,05$) on the amounts of tryptamine, cadaverine, histamine, tyramine and spermine. Very significant effects ($P<0,01$) of curing temperature on the amount of putrescine and of curing agent on the amount of spermidine was also determined. Phenylethylamine was not detected in pastirma samples.

2014, 72 pages

Keywords: Nitrate, nitrite, curing temperature, biogenic amine, TBARS, residual nitrite

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın planlanmasında ve yürütülmesinde engin bilgi birikimi ile tecrübelerini benden esirgemeyen ve bu çalışmanın tamımında büyük emeği olan, yanında çalışmaktan her zaman onur duyduğum Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Saygıdeğer Hocam Sayın Prof. Dr. Mükerrer KAYA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca bilgi ve tecrübesiyle her zaman desteğini gördüğüm ve lisans eğitimim boyunca danışmanım olan ve hayatıma yön vermemde bana ışık tutan Kıymetli Hocam Sayın Doç. Dr. Güzin KABAN'a içtenlikle teşekkür ederim.

Seminer ve savunma sunumumun hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen, her daim yanımda olan Sayın Dr. Şeyma ŞİŞİK OĞRAŞ'a ve çalışmalarım boyunca her zaman yardımlarını gördüğüm yüksek lisans öğrencisi olan değerli arkadaşlarım Kübra FETTAHOĞLU'na, Kübra ÇINAR'a ve Hanife DOĞAN'a teşekkür ederim.

Bu zamana kadar her daim beni destekleyen, hayallerimi hayata geçirmemde yanımda olan ve varlıkları ile bana güç veren parçası olmaktan gurur duyduğum Değerli Aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Fatma Yağmur HAZAR

Haziran, 2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	ii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	12
3. MATERYAL ve METOT	23
3.1. Materyal.....	23
3.2. Metot	23
3.2.1. Pastırma üretimi	23
3.2.2. Fiziksel ve kimyasal analizler	25
3.2.2.a. pH değerinin belirlenmesi	25
3.2.2.b. a_w değerinin belirlenmesi	25
3.2.2.c. Kalıntı nitrit miktarının belirlenmesi	25
3.2.2.d. TBARS (Tiyobarbütirik Asit Reaktif Maddeler) değerinin belirlenmesi	26
3.2.2.e. Protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarının belirlenmesi	26
3.2.2.f. Renk değerlerinin belirlenmesi	27
3.2.3. Mikrobiyolojik analizler.....	27
3.2.3.a. Laktik asit bakteri sayımı	27
3.2.3.b. <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayımı.....	28
3.2.3.c. Enterobacteriaceae sayımı	28
3.2.3.d. Maya-Küf sayımı.....	28
3.2.4. Biyojen amin içeriğinin belirlenmesi	28
3.2.5. İstatistiki analizler	30
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	31
4.1. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları	31
4.1.1. pH	31

4.1.2. Su aktivitesi (aw).....	33
4.1.3. Kalıntı nitrit	35
4.1.4. TBARS	39
4.1.5. Protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı	41
4.1.6. Renk değerleri	43
4.2. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	49
4.2.1. Laktik asit bakterileri.....	49
4.2.2. <i>Micrococcus/Staphylococcus</i>	50
4.2.3. Enterobacteriaceae.....	52
4.2.4. Maya ve küf.....	52
4.3. Biyojen Amin Sonuçları.....	54
5. SONUÇ	62
KAYNAKLAR	66
ÖZGEÇMİŞ	73

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

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

Kısaltmalar

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

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Kürleme sıcaklığı ve kürleme ajanı interaksiyonunun kalıntı nitrit miktarı üzerine etkisi	39
Şekil 4.2. Kürleme sıcaklığı x kürleme ajanı interaksiyonunun maya-küf sayısı üzerine etkisi.....	54
Şekil 4.3. Kürleme sıcaklığı x kürleme ajanı interaksiyonunun spermin miktarı üzerine etkisi.....	61

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların pH değerleri	31
Çizelge 4.2. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	32
Çizelge 4.3. Kürleme sıcaklığı ve kürleme ajanı değişkenlerine ait pH değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0.05)	33
Çizelge 4.4. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların a _w değerleri	34
Çizelge 4.5. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların a _w değerlerine ait varyans analiz sonuçları	35
Çizelge 4.6. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların kalıntı nitrit değerleri (ppm)	36
Çizelge 4.7. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların kalıntı nitrit değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	37
Çizelge 4.8. Kürleme sıcaklığı ve kürleme ajanı değişkenlerine ait kalıntı nitrit değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0.05).....	38
Çizelge 4.9. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların TBARS değerleri (μmol MDA/kg).....	40
Çizelge 4.10. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları	40
Çizelge 4.11. Kürleme sıcaklığı ve kürleme ajanı değişkenlerine ait TBARS değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0.05).....	41
Çizelge 4.12. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı (g/100 g).....	42

Çizelge 4.13. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastirmaların protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı değerlerine ait varyans analiz sonuçları	43
Çizelge 4.14. Kürleme sıcaklığı ve kürleme ajanı değişkenlerine ait protein tabiatında olmayan azotlu madde değerlerinin ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0.05$).....	43
Çizelge 4.15. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastirmaların kesit yüzeylerinin renk değerleri	45
Çizelge 4.16. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastirmaların 1,5 mm'lik dilimlerinin renk değerleri	46
Çizelge 4.17. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastirmaların kesit yüzeyinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları	47
Çizelge 4.18. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastirmaların 1,5mm'lük diliminin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	48
Çizelge 4.19. Kürleme sıcaklığı ve kürleme ajanı değişkenlerine ait 1,5mm'lik dilimlerinin renk değerlerinin ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0.05$)	48
Çizelge 4.20. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastirmaların laktik asit bakterileri sayısı (log kob/g).....	50
Çizelge 4.21. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastirmaların <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayısı (log kob/g)	50
Çizelge 4.22. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastirmaların <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayısına ait varyans analiz sonuçları.....	51
Çizelge 4.23. Kürleme ajanı değişkenine ait <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> ortalama sayılarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0.05$).....	52
Çizelge 4.24. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastirmaların maya-küf sayıları (log kob/g).....	53

Çizelge 4.25. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların maya-küf sayılarına ait varyans analiz sonuçları	53
Çizelge 4.26. Kürleme sıcaklığı değişkenine ait maya-küf sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0.05$).....	53
Çizelge 4.27. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların biyojen amin içeriklerine ait değerler.....	57
Çizelge 4.28. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların biyojen amin içeriklerine ait varyans analiz sonuçları	58
Çizelge 4.29. Kürleme sıcaklığı ve kürleme ajanı değişkenlerine ait biyojen amin değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0.05$)	60

1. GİRİŞ

Pastırma, sığır veya manda karkaslarının belirli bölgelerinden çıkarılan büyük parça etlere kürleme, yıkama, kurutma, baskılama ve çemenleme işlemleri uygulanarak elde edilen Türklere özgü bir et ürünüdür. Eski çağlarda Türkler tükettikleri etin fazlasını tuzlayıp kurutarak saklamışlardır (Tekinşen ve Doğruer 2000; Gökalp vd 2012; Kaban 2013).

Et teknolojisinde kürleme, nitrat ve/veya nitritin tuz ile birlikte ete ilave edilmesini ifade etmektedir (Honikel 2008). Pastırma üretiminde kürleme önemli bir aşamadır. Kürleme işleminde kullanılan kürleme maddeleri ve kullanım seviyeleri ile kürleme metotları ürünün kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Et teknolojisinde kürleme, üretimde tuz, nitrat veya nitrit veya her ikisinin birlikte kullanılması ve ürünün çeşidine göre diğer bazı kimyasal maddeler ve çeşitli baharatlar katılarak görünüm, renk, tekstür, tat, aroma ve lezzet gibi özellikleri iyileştirmek ve dayanıklılığını artırmak amacıyla uygulanan işlem olarak da tanımlanmaktadır (Tekinşen ve Doğruer 2000; Aksu ve Kaya 2002b; Gökalp vd 2012). Parça halinde işlenen et ürünlerinde kürleme işlemi kuru ve yaş kürleme olmak üzere iki şekilde uygulanabilmekte ve kürleme işleminde her iki yöntem de başvurulabilmektedir. Kuru kürlemede et kürleme maddeleri ile iyice muamele edilmektedir. Yaş kürlemede ise daldırma veya enjeksiyon yöntemi olmak üzere iki farklı uygulama söz konusudur. Kuru ve daldırma yöntemleri kürleme maddelerinin etin dış kısımlarından iç kısımlarına doğru difüze olması esasına dayanmaktadır. Bu nedenle kürleme maddelerinin ürüne homojen dağılımı uzun sürebilmekte ve konsantrasyon farklılıkları ortaya çıkabilmektedir. Enjeksiyon ile kürleme yönteminde ise kür salamurası ile kürleme maddeleri ete arzu edilen dozda enjekte edilebilmektedir. Bununla beraber yöntemde, kürleme maddeleri ile birlikte ürüne su da enjekte edildiğinden bu yöntem kurutma uygulanacak ürünler için uygun görülmemektedir (Gökalp vd 2012).

Pastırma üretiminde tuzun tek başına kullanımı ürünün sert bir yapı kazanmasına ve renginin koyu olmasına neden olduğundan, tuz pastırmalık etlere kürlleme ajanları ile birlikte ilave edilmektedir (Tekinşen ve Doğruer 2010). Pastırma üretiminde tuz ile birlikte genellikle kürlleme ajanı olarak nitrat kullanılmaktadır (Aksu ve Kaya 2002a; 2002b; Gökalp vd 2012; Kaban 2013). Üretimde nitrit veya nitrat/nitrit de kullanılabilir (Gökalp vd 2012). Kürlleme maddesi olarak nitratın kullanıldığı proseslerde nitratın aktif kürlleme ajanı olabilmesi için mutlaka nitrite dönüşmesi gerekmektedir. Nitratın nitrite dönüşümü ise nitrat redüktaz aktivitesine sahip mikroorganizmalar aracılığıyla gerçekleşmektedir (Honikel 2008; Kaban *et al.* 2012). Bundan dolayı nitrat kullanılarak üretilen et ürünlerinde nitrat redüktaz aktivitesine sahip mikroorganizmaların mevcudiyeti büyük önem arz etmektedir (Lücke 1985).

Pastırma üretiminde kürlleme karışımında tuz, nitrat ve nitritin yanı sıra glikoz veya sakkaroz da yer verilmektedir (Aksu ve Kaya 2001b; 2002a; 2002b; Uğuz *et al.* 2011; Kaban 2013). Şeker, nitratı nitrite dönüştüren mikroorganizmalar için iyi bir enerji kaynağıdır (Stalder *et al.* 2007). Pastırma üretiminde kullanılan şeker oranı uygulanan prosese bağlı olarak %0,2 olabildiği gibi (Aksu ve Kaya 2002a; 2002b; Uğuz *et al.* 2011) %0,5'e kadar da çıkabilmektedir (Kaban 2009).

Pastırmada mikrobiyolojik stabilitenin sağlanmasında tuz önemli bir etkiye sahiptir. Tuz kullanımı ile ürünün su aktivitesi düşmekte ve böylelikle arzu edilmeyen floranın gelişimi baskılanmaktadır (Tekinşen ve Doğruer 2000; Kaban 2009; Gökalp vd 2012; Purriños *et al.* 2012). Pastırma üretiminde kullanılan tuz miktarı et ağırlığı üzerinden %8-10 arasında değişmektedir (Tekinşen ve Doğruer 2000; Kaban 2009; Gökalp vd 2012). Ancak çok hafif bir yıkamanın uygulandığı üretimlerde tuz oranı %5'e kadar düşürülebilmektedir (Aksu ve Kaya 2001b; 2002a; 2002b; Uğuz *et al.* 2011). Tuz su aktivitesini düşürmesinin yanı sıra kas proteinlerinin çözünürlüğü ve ürünün tadı üzerinde de etkili olmaktadır (Öztan 1999; Gökalp *et al.* 2012; Purriños *et al.* 2012). Ayrıca tuz, kas dokusu içerisindeki O₂'nin çözünürlüğünü azaltmakta ve proteolitik enzim aktivitesini de sınırlandırmaktadır. Tuz, Cl⁻ iyonları aracılığıyla da bakteriler üzerine doğrudan toksik etki de göstermektedir (Gökalp vd 2012).

Kürleme işleminin tarihi çok eski zamanlara dayanmaktadır (Honikel 2008). Literatürde tuzun, eski zamanlarda tuz havuzları ve deniz suyundan suyun buharlaştırılması veya tuz mağaralarından doğrudan kristal halde elde edildiği ve bu şekilde elde edilen tuzlara doğal yollarla sodyum veya potasyum nitrat ve nitritin bulaştığı belirtilmektedir. Bu kürleme bileşenlerinin önemi ve fonksiyonlarının sonradan anlaşıldığı ve o tarihlerde bu tuzları kullananların bu bileşenlerin varlığının farkında olmadığı da ifade edilmektedir (Parthasarathy and Bryan 2012). Honikel (2008) bu tuzların ürünleri daha iyi koruduğu ve ürünlere renk verdiğinin ancak 19. yüzyılda fark edildiğini belirtmektedir. Aynı araştırmacı, Alman İmparatorluğu Sağlık Ofisinden POLENSKE (1891) tarafından nitrat ilave edilerek hazırlanan salamura üzerinde yapılan bir deneyde salamuranın nitrit içerdiği ve bu nitritin mikroorganizma aktivitesi sonucu nitrattan kaynaklandığının kanıtlandığını da belirtmektedir (Honikel 2007).

Nitrat ve nitrit ürünlere çeşitli amaçlarla katılmakta olup bunların başında antimikrobiyal etki gelmektedir (Gökalp vd 2012; Armenteros *et al.* 2012a). Ürüne katılan nitrat nitrite, nitrit ise nitroz aside (HNO_2) dönüşmektedir. Disosiye olmamış HNO_2 bakterilerin hücre duvarını geçebilmekte ve enzimleri inhibe ederek gelişmeyi ve çoğalmayı engelleyebilmektedir (Kaya ve Kaban 2010). Nitrat ve nitrit esas olarak gıda zehirlenmesine neden olan *Clostridium botulinum*'un gelişimini ve toksin oluşumunu engellemek amacı ile kullanılmaktadır (Parthasarathy and Bryan 2012; Gökalp vd 2012). Ancak nitrat ve nitrit sadece *C. botulinum* üzerine değil aynı zamanda *C. putrificum*, *C. sporogenes* türleri ve *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Escherichia*, *Pseudomonas*, *Micrococcus* ve *Staphylococcus* cinsi bakterilerin bazı türlerine karşı da etkilidir (Gökalp vd 2012).

Nitrat ve nitritin ürüne ilave edilmesinin diğer bir amacı ürüne arzu edilen kür rengini sağlamaktır (Gökalp vd 2012; Parthasarathy and Bryan 2012; Armenteros 2012a). Bu amaçla ürüne katılan nitrat (NO_3) öncelikle nitrite (NO_2) redüksiyon bakteri tarafından indirgenmektedir. Bir seri reaksiyon sonucunda oluşan NO, myoglobin (Fe^{+2}) ile birleşerek ürüne kırmızı rengini veren nitrosomyoglobini

oluşturmaktadır (Öztan 1999; Honikel 2008; Parthasarathy and Bryan 2012; Gökalp vd 2012).

Kür edilmiş et ürünlerinde nitrat ve nitrit ürüne tipik tat ve aroma kazandırmaktır (Gökalp vd 2012; Armenteros *et al.* 2012a; Parthasarathy and Bryan 2012). Kürleme işlemi uygulanan et ürünlerinde nitritin parçalanma ürünleriyle birlikte protein, yağ ve karbonhidratların parçalanma ürünleri arasında meydana gelen birtakım kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar tipik kür aromasını oluşturur. Tuz kullanılan ürünlerde ise üretim boyunca protein, yağ ve karbonhidratların enzimler tarafından parçalanması sonucu oluşan ürünler aroma üzerinde etkili olmaktadır (Kaya ve Kaban 2010; Kaban 2013). Nitritin diğer önemli bir özelliği ise otooksidasyonu engellemesi veya geciktirmesidir (Gökalp vd 2012; Armenteros *et al.* 2012a; Parthasarathy and Bryan 2012). Nitritin antioksidan etkisi farklı mekanizmalara dayanmaktadır; nitrit kas pigmentleri ile kompleks oluşturmakta, membrandaki doymamış yağ asitlerinin stabilizasyonuna neden olmakta ve metal iyonları ile interaksiyona girmektedir (Kaya ve Kaban 2010).

Kür edilmiş et ürünlerinde nitrat ve nitritin yukarıda belirtilen olumlu etkilerinin yanı sıra nitrosamin oluşumuna da neden oldukları belirtilmektedir. Kür edilmiş et ürünlerinde özellikle kızartılmış bacon'da nitrosamin oluştuğuna yönelik tartışmalar 1970'li yıllarda nitrosaminlerden dolayı bu ürünlerin insan sağlığını tehdit ettiği yönünde USA'da başlamıştır. 1978 yılında kızartılmış bacon'da önemli miktar nitrosopirolidin belirlenmiştir (Honikel 2007, 2008). Nitrosaminler kanserojenik özellikte olup yüksek sıcaklıklarda(>130°C), sekonder aminlerin nitritle reaksiyonu sonucu oluşmaktadır (Honikel 2008; Parthasarathy and Bryan 2012).

Pastırma üretiminin kürleme işleminden sonra pastırmalık etler kurutma işlemine tabi tutulmaktadır. Kurutma işleminin temel amacı üründeki su aktivitesini düşürerek üründe mikroorganizma gelişimini önlemek ve dolayısıyla ürünün bozulmasını önlemektir (Gökalp vd 2012). Kurutma işlemi su aktivitesini düşürerek mikroorganizma gelişimini önlemesine ek olarak bazı enzimlerin aktivitesini, kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonları da önemli derecede engellemektedir

(Akköse 2012). Ancak kurutma esnasında tat ve aromayı etkileyen bazı biyokimyasal reaksiyonlar gerçekleşmektedir (Gökalp vd 2012).

Pastırma üretiminde uygulanan diğer bir işlem ise denkleme (baskılama) aşamasıdır. Birinci denkleme birinci kurutmada çıkan parça etlere uygulanır ve bu işlem soğuk şartlarda gerçekleştirildiğinden soğuk denkleme olarak isimlendirilir (Tekinşen ve Doğruer 2000; Gökalp vd 2012; Kaban 2013). Bu işlem geleneksel üretimde genellikle yerden yüksek bir zemin üzerine etlerin dizilmesi ve üzerine ağırlık konulması ile gerçekleştirilir. Endüstride ise denkleme işlemi presler kullanılarak yapılmaktadır (Tekinşen ve Doğruer 2000).

Pastırma üretiminde kürleme, yıkama, kurutma ve soğuk denkleme aşamalarından sonra tekrar bir kurutma işlemine başvurulur. İkinci kurutma olarak adlandırılan bu aşamadan sonra ikinci denkleme işlemine geçilir. Bu işlem ise sıcak denkleme olarak isimlendirilir (Tekinşen ve Doğruer 2000; Gökalp vd 2012; Kaban 2013). Ayrıca ikinci denklemede ürün bir miktar su kaybeder ve sıcaklığın etkisi ile yüzeyde erimiş halde bulunan yağlar etin içine doğru sızarak pastırmaya lezzet verir ve tekstür oluşumuna önemli katkı sağlar (Tekinşen ve Doğruer 2000; Uğuz *et al.* 2010).

Pastırmaya uygulanan diğer bir işlem çemenlemedir. Çemenlemenin amacı ürüne tat, aroma, renk ve yapı kazandırmaktır. (Nizamlioğlu vd 1998; Gökalp *et al.* 2012). Çemen hamuru buy otu tohumu unu, sarımsak, acı ve tatlı kırmızıbiber ve su kullanılarak hazırlanmaktadır (Nizamlioğlu vd 1998; Kaban 2009). Çemen hamuru içerisinde bulunan sarımsak koruyucu etki yaparak pastırma yüzeyinde bazı mikroorganizmaların gelişimini engellemektedir (El-Khteib *et al.* 1987; Nizamlioğlu vd 1998; Gökalp vd 2012).

Parça halinde kür edilmiş kurutulmuş et ürünleri üretimi oldukça kompleks olup birçok biyokimyasal reaksiyonu içermektedir (Toldrá 1996). Bu et ürünlerinde özellikle olgunlaşma periyodu boyunca ürünün yağ (lipolisiz) ve proteinlerinde (proteolisiz) meydana gelen değişiklikler üründe tekstür ve aroma gelişimine katkıda

bulunur (Toldrá 1998; Kaban 2009; Armenteros *et al.* 2012b; Kaban 2013; Tabanelli *et al.* 2013; Marušić *et al.* 2014; Lorenzo *et al.* 2014). Proteolizisizde proteinazlar (katepsin B, D, H ve L ve kalpain) ve eksopeptinazlar (peptinazlar ve aminopeptinazlar), lipolisizide ise lipaz ve fosfo lipazlar etkili olmaktadır. Bu enzimler endojen olabildiği gibi mikrobiyal kaynaklı da olabilmektedir (Flores *et al.* 2009; Kaya ve Kaban 2010; Tabanelli *et al.* 2013; Ikonić *et al.* 2013).

Pastırma üretimi boyunca esterler, alifatik hidrokarbonlar, sülfürlü bileşikler, alkoller, aldehitler, ketonlar, aromatik hidrokarbonlar, terpenler ve furanlar gibi bileşikler oluşmaktadır (Kaban 2009; Kaban and Kaya 2011). Serbest amino asitler ve peptidler, parça halinde işlenen kür edilmiş et ürünlerinin karakteristik tadına katkıda bulunan önemli bileşiklerdir. Kuru kürlenmiş et ürünlerinin tipik aromasında ise amino asitlerin daha ileri derecede parçalanması ve lipit oksidasyonu sonucu oluşan uçucu bileşikler önemli rol oynamaktadır (Toldrá *et al.* 1996; Kaban 2009; Kaya ve Kaban 2010). Araştırmalar bu bileşiklerin oluşumunda ham materyal özelliklerinin, proses parametrelerinin, olgunlaştırma süresinin ve kürlenme ajanları da dahil kullanılan katkı maddelerinin önemli etkileri olduğunu göstermiştir (Toldrá *et al.* 1996; Toldrá *et al.* 2009; Marušić *et al.* 2014). Lipolisiz sonucunda ise serbest yağ asidi miktarı artmakta ve oluşan doymamış yağ asitleri uçucu bileşiklerin önemli bir kaynağı olan lipit oksidasyonuna maruz kalmaktadır (Toldrá *et al.* 1996; Armenteros *et al.* 2012b).

Kuru kür edilmiş et ürünlerinde meydana gelen diğer önemli bir reaksiyon biyojen aminlerin oluşumudur. Biyojen aminler, amino asitlerin dekarboksilasyonu veya aldehit ve ketonların deaminasyonu ve transaminasyonu sonucu oluşan bileşiklerdir (Santos 1996; Alper ve Temiz 2001; Özdestan ve Üren 2012; Ikonić *et al.* 2013). Biyojen aminler kimyasal yapılarına göre aromatik aminler (feniletilamin ve tiramin), alifatik aminler (putresin, kadaverin, spermin ve sperminidin) ve heterosiklik aminler (triptamin ve histamin) olarak üç grup halinde sınıflandırılırlar (Hernández-Jover *et al.* 1997; Gençcelep *et al.* 2007; Kurt ve Zorba 2008; Tosukhowong *et al.* 2011; Özdestan ve Üren 2012; Stadnik and Dolatowski 2012; Triki *et al.* 2012; Papavergou *et al.* 2012).

Fizyolojik olarak biyojen aminlerin birçok fonksiyonu bulunmaktadır. Biyojen aminler azot kaynağı olup protein, nükleik asit, alkaloid ve hormon sentezinin prekürsörüdür (Stadnik and Dolatowski 2010). Gıdalarda biyojen aminlerin varlığı gıdaların önemli bir kalite kriteri olup aroma üzerinde etkili olabilmektedir. Bu bileşikler gıda güvenliği açısından da önem teşkil etmektedir (Karahana 2003; Alfaia *et al.* 2004; Landeta *et al.* 2007; Lorenzo *et al.* 2007; Martuscelli *et al.* 2009).

Putresin, kadaverin, spermin ve spermidin gibi poliaminlerin direkt toksik etkisi bulunmamasına rağmen, histamin veya tiramini detoksifiye eden enzimi inhibe etmekte ve böylece onların toksik etkisini arttırmaktadır. Bu aminler sindirim sisteminin detoksife enzimleri ile yarışmakta ve böylece histamin ve tiraminin kandaki değerinin artmasına neden olmaktadır (Santos 1996; Stadnik and Dolatowski 2010; Triki *et al.* 2010; De Mey *et al.* 2014).

Gıdalarda biyojen aminler genellikle aminoasitler ve dekarboksilaz aktivitesine sahip mikroorganizmaların ve dekarboksilaz sentezine izin verecek koşulların mevcudiyetinde oluşmaktadır (Stadnik and Dolatowski 2010). Mikroorganizmaların biyojen amin üretiminin, asidik koşullara karşı savunma mekanizmasının bir sonucu olduğu düşünülmektedir (Stadnik and Dolatowski 2010; Tosukhowong 2011). Dekarboksilaz aktivitesine sahip mikroorganizmaların biyojen amin üreterek sıcaklık, tuz ve hücrede strese sebep olan diğer biyolojik ve fizikokimyasal faktörlerin etkilerini ortadan kaldırebildiği veya bu etkileri azaltabildiği ileri sürülmektedir (Stadnik and Dolatowski 2010). Dekarboksilaz aktivitesine sahip olan mikroorganizmalar gıdada bulunabileceği gibi sonradan da kontamine olabilmektedir. *Bacillus*, *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Photobacterium* türlerinin yanı sıra *Enterobacteriaceae* (*Citrobacter*, *Klebsiella*, *Escherichia*, *Proteus*, *Salmonella* ve *Shigella*) ve *Micrococcaceae* (*Staphylococcus*, *Micrococcus* ve *Kocuria*) familyalarının üyeleri dekarboksilaz aktivitesine sahip önemli mikroorganizmalardır. Ayrıca *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Carnobacterium*, *Pediococcus*, *Lactococcus* ve *Leuconostoc* cinslerine ait türlerin de bir veya daha fazla amino asidi dekarboksile edebildikleri belirtilmektedir (Santos 1996; Gençcelep *et al.* 2007; Stadnik and Dolatowski 2010).

Biyojen aminler gıdalarda doğal metabolik ürünler veya ara ürünler olarak düşük konsantrasyonlarda bulunabilmektedir. Gıdalarda biyojen aminler hammadde kaynaklı enzimler tarafından veya olgunlaşma ve depolama sırasında amino asitlerin mikroorganizmalar tarafından dekarboksile edilmesiyle oluşmaktadır. Gıdalarda oluşan en önemli biyojen aminler histamin, β -feniletilamin, tiramin, triptamin, putresin, kadaverin, spermin ve spermidindir. Biyojen amin miktarı sadece farklı gıdalar arasında değil aynı zamanda aynı gıda içinde de farklılık gösterebilmektedir. Biyojen aminler özellikle yüksek protein içeriğine sahip gıda maddelerinde oluşmaktadır. Fermantasyon veya bozulma sırasında oluşan protein parçalanma ürünleri olan peptidler ve amino asitler biyojen aminlerin prokürsörleridir (Santos 1996; Stadnik and Dolatowski 2010). Biyojen aminler balık ve balık ürünleri, et ve et ürünleri, süt ürünleri, şarap, bira, sebzeler, meyveler, kuruyemişler ve çikolatada bulunabilmektedir (Santos 1996; Alfaia *et al.* 2004; Stadnik and Dolatowski 2010; Tosukhowong 2011; Özdestan ve Üren 2012).

Et ve et ürünlerinde sıklıkla biyojen amin bulunduğu belirtilmektedir (Stadnik and Dolatowski 2012). Biyojen aminler ette endojen enzimler tarafından oluşturabildiği gibi mikrobiyal kaynaklı enzimler tarafından da üretilmektedir. Ancak et kaynaklı biyojen aminlerin miktarı bakteriyel kaynaklı biyojen aminlere kıyasla oldukça düşüktür (Tosukhowong 2011). Et ve et ürünlerinde en yaygın biyojen aminler tiramin, kadaverin, putresin ve histamin'dir (Alfaia *et al.* 2004; Gençcelep *et al.* 2007; Stadnik and Dolatowski 2010; Tosukhowong *et al.* 2011). Taze ette önemli seviyede bulunan spermidin ve spermin ette doğal olarak bulunan biyojen aminlerdir (Kurt ve Zorba 2008; Stadnik and Dolatowski 2010). Et ve et ürünlerinde spermin 20-60 mg/kg düzeyinde bulunurken, spermidin seviyesi 10mg/kg'ı geçmemektedir. Spermin ve spermidin arasındaki bu zıt ilişki bitkisel ürünlerin aksine hayvansal gıdalarda karakteristiktir. Tiramin, putresin ve kadaverin gibi bazı aminler ise etin muhafazası sırasında oluşmaktadır (Stadnik and Dolatowski 2010). Fermente et ürünlerinde ise düşük kaliteli ham materyalin kalitesine, dekarboksilaz aktivitesine sahip mikroorganizmaların mevcudiyetine ve uygun olmayan fermantasyon ve olgunlaştırma/depolama koşullarına bağlı olarak belirli düzeylerde biyojen amin oluşabilmektedir. Hammadde kalitesinin düşük, kontaminasyonun yüksek ve

fermantasyon ve olgunlaştırma/depolama koşullarının uygun olmaması durumunda bu ürünlerde çok yüksek seviyelerde biyojen amin karşılaşılabilmektedir (Santos 1996; Lorenzo *et al.* 2007; Kurt ve Zorba 2008; Stadnik and Dolatowski 2010; Tasić *et al.* 2012; Stadnik and Dolatowski 2012). Fermantasyon sırasında proteoliz sonucu protein tabiatında olmayan azotlu bileşikler ile dolayısıyla da bu bileşikler içerisinde yer alan ve biyojen aminlerin prokürsörü olan serbest amino asitlerin miktarı da artış göstermektedir. Serbest amino asitler hammadde olan çiğ ette de bulunabilmektedir. Proteoliz ise asitlik artışı, dehidrasyon ve tuzun varlığında hızlanmaktadır. Asitlik aminoasit dekarboksilaz aktivitesini etkileyen önemli faktörlerden biri olup pH düşüşü aminoasit dekarboksilaz aktivitesini artırmaktadır. Ancak hızlı pH düşüşü amino asit dekarboksilaz aktivitesi olan bakteri gelişimini sınırlandırmakta ve böylelikle son ürünlerdeki biyojen amin miktarını önemli ölçüde düşürmektedir. Starter kültürler de pH'yı düşürmeleri ve ürettikleri bakteriyosinin dekarboksilaz aktivitesine sahip mikroorganizmaların gelişimini engellemesi sonucu biyojen amin oluşumunu baskılamaktadır. Dekarboksilaz aktivitesine sahip pek çok mikroorganizma 20-37°C'de iyi bir gelişme göstermektedir. Bununla beraber sıcaklık düştükçe bakterilerin gelişimi ve dolayısıyla aktivitesi önemli ölçüde azalmaktadır. Ayrıca tuz konsantrasyonu arttıkça biyojen amin oluşumu da azalmaktadır (Córdoba *et al.* 1994; Stadnik and Dolatowski 2010).

Kürleme işleminde kürleme sıcaklığı ile kullanılan kürleme ajanı ve kullanım dozları son ürün kalitesini etkileyen önemli faktörlerdir. Kürleme sıcaklığı, kürleme bileşenlerinin ete difüzyonu ve mikroorganizma gelişimi bakımından oldukça önemli bir dış faktördür (Lücke 2007; Lautenschläger 2007; Garcia-Gil *et al.* 2014). Parça halinde işlenen kür edilmiş et ürünlerinde mikrobiyolojik stabilite sağlanıncaya kadar (%4,5 NaCl, $a_w < 0,96$) ortam sıcaklığının 5°C'nin altında olması gerektiği belirtilmektedir (Lücke 2007; Lautenschläger 2007; Kaya ve Kaban 2010; Garcia-Gil 2014). Ancak sıcaklık donma sıcaklığının üzerinde olmalıdır (Garcia-Gil *et al.* 2014). Pastırma üretiminde kürleme aşamasında sıcaklık 4 ile 10°C arasında değişmektedir (Öztan 1999; Aksu ve Kaya 2001b; 2002a; 2002b; Güner 2006; Kaban 2009; Uğuz 2010).

Pastırmada tuz ile birlikte yaygın olarak kullanılan kürleme ajanı nitrattır (Aksu ve Kaya 2002b; Güner *et al.* 2008; Gökalp vd 2012; Kaban 2013). Buna karşın Türk Gıda Kodeksi katkı maddeleri yönetmeliğinde nitrat kullanımına izin verilmemektedir. Geleneksel bir ürün olan pastırmada mevcut uygulamalar, literatür bilgileri ve araştırma sonuçları dikkate alınmadan nitrat kullanımı yasaklanmış ve nitrata göre on kat daha toksik etkiye sahip (Honikel 2007; 2008) nitritin kullanımı teşvik edilmiştir (Anonim 2013). Endüstride genellikle pastırmanın kürleme işleminde kullanılacak tuza %2 (Gökalp vd 2012) veya daha fazla ( ztan 1999) oranında nitrat ilave edildiği belirtilmektedir. Anıl (1988) ve Kaban (2009) pastırma ile ilgili araştırmalarında kürleme işleminde %1 oranında nitrat içeren tuz karışımı, Erol vd (1998) ise %0.8-%0.9 oranında nitrat içeren tuz karışımı kullanmışlardır. Aksu ve Kaya (2001b; 2002a) ise araştırmalarında pastırmalık etlere 750 ppm nitrat ilave etmişlerdir. Doğruer (2001;2003) ise pastırma üretiminde kürleme işlemi için %1 potasyum veya sodyum nitrat içeren kürleme karışımını önermişlerdir. Pastırmada nitritin kullanıldığı bir araştırmada da 150 ppm nitrit kullanılmıştır (Uğuz *et al.* 2011). Diğer bir araştırmada ise farklı nitrit seviyelerinin pastırmanın bazı kalitatif özelliklerine etkileri araştırılmış ve 100 ppm'in incelenen parametreler açısından uygun olduğu sonucuna varılmıştır (Erdemir 2012). Başka bir araştırmada farklı seviyelerde nitrat kullanımının pastırmanın uçucu bileşiklerine ve diğer bazı özelliklerine etkisi incelenmiş ve uçucu bileşik miktar ve sayısının nitrat seviyelerine göre değiştiği belirlenmiştir ( nal 2013).

Geleneksel bir et ürünü olan pastırmada kürleme ortam sıcaklığı ve kürleme ajanı faktörlerinin ürünün biyojen amin içeriği ve diğer kalitatif özelliklerine kombine etkisinin değerlendirildiği herhangi bir çalışmaya literatürde rastlanılmamıştır. Diğer taraftan pastırmanın biyojen amin içeriğine yönelik bir çalışma bulunmadığı tespit edilmiştir. Pastırma gibi parça halinde işlenen ancak kullanılan ham materyal, üretim yöntemi veya süresi bakımından pastırmadan oldukça farklılık gösteren kuru kür edilmiş ham ve lacon gibi ürünlerde de biyojen amin içeriğine ve biyojen amin üretimini etkileyen faktörlere yönelik araştırma sayısı oldukça azdır (Alfaia *et al.* 2004; Landeta *et al.* 2007; Virgili *et al.* 2007; Lorenzo *et al.* 2007; Martuscelli *et al.* 2009; Stadnik and Dolatowski 2012). Mevcut bu araştırmada, pastırma üretimini için

iki farklı kürleme sıcaklığı (4°C veya 10°C) ve iki farklı kürleme ajanı (150 ppm nitrit veya 300 ppm nitrat) faktör olarak seçilmiş ve bu faktörlerin pastırmanın biyojen amin içerikleri ve diğer bazı kalitatif özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Pastırma üretiminin önemli aşamalarından biri olan kürleme işleminde ortam sıcaklığı ile kullanılan kürleme ajanları yeterli bir kürleme açısından önemli kriterlerdir. Bu geleneksel ürün üzerinde kürleme sıcaklığı ve kürleme ajanının birlikte değerlendirildiği herhangi bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Diğer taraftan pastırmanın biyogen amin içeriğine yönelik herhangi bir çalışmada bugüne kadar yürütülmemiştir. Pastırma ile ilgili çalışmalarda tek bir kürleme sıcaklığı seçilmiş ve denemeler yapılmıştır (Aksu ve Kaya 2001b; 2002b; Doğruer 2001-2003; Güner ve Kaban 2009; Uğuz 2011). Ham, lacon, iberian ham gibi kuru kür edilmiş ve kurutulmuş et ürünlerinde ise kürleme şartlarının incelendiği pek çok araştırma mevcuttur (Toldrá *et al.* 1996; Lorenzo *et al.* 2007; Martuscelli *et al.* 2009; Armenteros *et al.* 2012a; 2012b; Purriños *et al.* 2012).

Anıl (1988) tarafından farklı kurutma koşullarının pastırmanın fiziksel, kimyasal mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri ile muhafaza süresine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan araştırmada, pastırmalık etler %1 oranında NaNO₃ içeren tuz 26 saat süre ile kürlenmiş ve kurutma işlemi sıcaklık, rutubet ve hava cırcayanı kontrol edilebilen kurutma ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda kurutma işleminde 20°C sıcaklık, 1,5 m/sn hava sirkülasyon hızı ve %65±5 rutubet uygulanan pastırmaların daha iyi sonuçlar verdiği ve ayrıca vakum uygulanarak ambalajlanan pastırmaların oda sıcaklığında 3 ay süre ile muhafaza edilebileceği vurgulanmıştır.

Toldrá *et al.* (1996) kuru kür edilmiş bir et ürünü (dry-cured ham) üzerinde gerçekleştirdikleri araştırmada kürleme karışımında tuz, nitrat ve/veya nitrit ve askorbik asit kullanarak kuru kürleme yöntemi uygulanmışlar ve hammadde kürleme karışımı ile iyice muamele edildikten sonra 2-4°C'de 8-10 gün bekletilmiştir. Araştırmacılar proteolizis neticesinde düşük küçük peptitler ile amino asitlerin oluştuğunu ve proteolizise proteinazlar (catepsin B, D, H ve L ve calpinler) ile eksopeptidazların (peptidazlar ve aminopeptidazlar) neden olduğunu, kas ve yağ dokusundaki yağların lipaz enziminin etkisiyle lipolizisi uğradığı ve oluşan serbest

yağ asitlerinin daha sonra lipit oksidasyonu sonucu uçucu bileşiklere dönüştüğünü, kuru kür edilmiş bu ürünün duyusal özelliklerinin söz konusu enzimatik reaksiyonlardan önemli ölçüde etkilendiğini, enzimlerin aktivitesinin önemli derecede ham materyale (hayvanın yaşı ve ırkına) ve proses şartlarına (sıcaklık, zaman, su aktivitesi, redoks potansiyeli ve tuz konsantrasyonu) bağlı olarak değişiklik gösterdiğini, kas enzim sisteminin kontrol edilmesinin üretimi standardize etmek ve/veya ürünün aroma profilini zenginleştirmek için kayda değer öneme sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Aksu ve Kaya (2001b) tarafından farklı ticari kültürlerin (*Staphylococcus carnosus*, *S. carnosus*+*Lactobacillus pentosus* ve *S. xylosus*+*L.sakei*) pastırmanın değişik özelliklerine etkilerini belirlemek için yürütülen bir araştırmada, pastırmalık etler 1 kg ete 50 g kürlleme karışımı (47,25 g NaCl, 0,75 g KNO₃, 1 g glukoz ve 1 g sakaroz) esas alınarak muamele edildikten sonra 6-7°C’de 30 saat bekletilmiştir. Analizler sonucunda pastırmanın kimyasal özellikleri ve bazı kalitatif özellikleri üzerinde starter kültürlerin genellikle önemli etkilerinin olmadığı, pH değerinin laktik asit bakteri suşu içeren karışık kültürler kullanılarak üretilen pastırmalarda düşük olduğu ve bu karışık kültürlü pastırmalar içerisinde en düşük pH değerini *S.xylosus*+*L.sakei* karışık kültürünün kullanıldığı grubun verdiği, *S.xylosus*+*L.sakei* karışık kültürünün aynı zamanda kalıntı nitrat/nitrit miktarını düşürdüğü ve a* değeri üzerinde olumlu etkisinin olduğu ve sonuç olarak kullanılan kültürler içerisinde genel bir değerlendirme yapıldığında en iyi sonuçları *S.xylosus*+*L.sakei* kültürünün gösterdiği belirlenmiştir.

Aksu and Kaya (2002a) tarafından potasyum nitrat ve starter kültür kullanımının pastırmanın mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerini belirlemeye yönelik yapılan bir araştırmada kürlleme işleminde 750 ppm nitrat kullanılmış ve son üründe kalıntı nitrit ile kalıntı nitrit/nitrat seviyelerinin 100 ppm’in altında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca starter kültür kullanımının (*Lactobacillus pentosus*+*Staphylococcus carnosus*) kalıntı nitrit/nitrat miktarını da önemli ölçüde düşürdüğü vurgulanmıştır.

Pastırma üretiminde farklı oranlarda (%0, %1, %2 ve %3) potasyum veya sodyum nitrat içeren kür karışımlarının ürünün bazı özelliklerine etkilerini belirlemek üzerine yürütülen araştırmada son ürün depolanmış ve depolamanın belirli günlerinde (1, 7, 15, 30, ve 60. gün) değişik analizlere tabi tutulmuştur. Örneklerin nem ve tuz içerikleri ile pH ve a_w değerlerinin sırasıyla 1. günde %50,17-54,13, %4,62-5,00, 5,72-6,02 ve 0,809-0,911: 60.günde %28,80-30,14, %7,76-8,41, 5,94-6,23 ve 0,755-0,775 arasında değiştiği, uygulanan faktörlerden nitrat oranına bağlı olarak 30. günde örneklerin nem miktarlarında önemli farklılıklar olduğu, depolama süresince örneklerin toplam aerobik mezofilik bakteri, *Staphylococcus-Micrococcus*, *Lactobacillus* ve maya-küf sayılarının uygulanan faktörlerden etkilenmediği, koliform grubu bakterileri sayısının saptanabilir sınırın altında bulunduğu ve farklı nitrat (potasyum veya sodyum nitrat) seviyelerinin ürünün kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerinde kayda değer bir farklılığa neden olmadığı belirlenmiştir (Doğruer vd 2001). Aynı araştırmacılar tarafından yürütülen diğer bir çalışmada da farklı oranlarda (%0, %1, %2 ve %3) potasyum veya sodyum nitrat içeren kütleme karışımlarının pastırma üretim aşamalarındaki etkilerini ortaya çıkarılması amaçlanmış, tuzlama ve çemenleme işlemlerinden önce ve sonra alınan örnekler değişik analizlere tabi tutulmuştur. Analizler neticesinde farklı nitrat (potasyum veya sodyum) dozlarının nem ve tuz içerikleri ile pH ve a_w değerlerinde önemli farklılığa neden olmadığı, kalıntı nitrat ve nitrit miktarlarının kullanılan nitrat dozuna bağlı olarak üretimin değişik aşamalarında önemli farklılıklar gösterdiği, tuzlama işleminden önce pastırmalık etlerin *Staphylococcus/Micrococcus* sayısında önemli farklılıkların bulunduğu, ancak daha sonraki aşamalarda mikrobiyolojik sayımlar açısından nitrat dozlarına bağlı bir farklılığın ortaya çıkmadığı, tuzlama öncesi aşama hariç diğer tüm aşamalarda koliform grubu bakteri sayısının saptanabilir sınırın altında kaldığı ve nitrat dozunun pastırma üretiminin değişik aşamalarında ürünün kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerinde dikkate değer bir etkisinin görülmediği belirtilmiştir. Sonuç olarak da kalıntı nitrit ve nitrat düzeyleri dikkate alınarak pastırma üretiminde %1'in üzerinde nitrat kullanımının halk sağlığı açısından risk oluşturabileceği kanaatine varılmıştır (Doğruer vd 2003).

Aksu ve Kaya (2002b) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada kuru ve salamura olmak üzere iki farklı kürleme metodu kullanılmıştır. Kuru kürlemede 1 kg ete 50 g kürleme karışımı (47,25 g NaCl, 0,75 g KNO₃, 1 g glukoz ve 1 g sakkaroz), salamura kürlemede ise 2/1 (et/salamura) oranı esas alınarak %15'lik kürleme salamurası kullanılmıştır. Her iki yöntemde de pastırmalık etlere 6°C'de 3 günlük kürleme süresinden sonra starter kültürler ilave edilmiştir. Araştırma sonucunda kürleme yönteminin tuz, nitrit ve nitrit/nitrat değerleri üzerinde çok önemli, pH ve nem üzerinde ise önemli etkisinin olduğu, üretim süresince nem, tuz, nitrit, nitrit/nitrat ve protein tabiatında olmayan azotlu madde değerlerinde önemli değişimlerin gerçekleştiği, her iki metotla üretilen pastırmaların L* değerleri arasında kayda değer bir farklılığın olmadığı, kırmızı renk yoğunluğunu ifade eden a* değerinin starter kültür ilave edilen pastırmalarda daha yüksek değer verdiği, pastırmanın laktik asit bakteri ve *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarının starter kültür (*Staphylococcus carnosus*+*Lactobacillus pentosus*) ve üretim aşaması faktörlerinden çok önemli derecede etkilendiğini belirlenmiştir.

Portekiz tipi kuru kür edilmiş ham üzerinde yapılan bir araştırmada ham materyal NaCl ve KNO₃ ile kürlenmiş ve yaklaşık 20 gün 3-5°C'de bekletilmiştir. Kürleme işleminden sonra uygulanan olgunlaştırma aşamasının 7. ayında örneklerdeki serbest amino asit içeriğinin en yüksek seviyeye ulaştığı, amino asitler içerisinde en fazla artışın lizin, glutamik asit ve arjininin gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmada örnekler biyojen amin içeriği yönünden de analiz edilmiş ve spermin ve kadaverinin yüksek değerler verdiği, histamin ve spermidin içeriğinin ise genellikle düşük düzeylerde kaldığı, sperminin analiz edilen örneklerin tümünde belirlenen tek biyojen amin olduğu, toplam biyojen amin içeriğinin olgunlaşmanın 9. ve 10. aylarında daha yüksek seviyelerde olmasına rağmen, toksik etki oluşturabilecek düzeyde olmadığı belirtilmiştir (Alfaia *et al.* 2004).

Pérez-Juan *et al.* (2006) geleneksel yöntemle üretilen ve farklı süreler olgunlaştırılan (7 ay veya 12 ay) parça halinde işlenen kuru kür edilmiş iki ürün üzerinde yaptıkları araştırmada, ürünlerin farklı kısımlarından örnekler alarak değişik analizler uygulamışlardır. Ürünlerin farklı kısımları arasında farklılık gösteren en önemli

bileşiklerin serbest amino asitler ve uçucu bileşikler olduğu, ürünlerin orta kısımlarından alınan örneklerin serbest amino asit miktarının diğer örnekleme kısımlarına göre daha yüksek değerler verdiği, ancak 12 ay olgunlaştırılan ürünün uçucu bileşiklerinin ürünün orta kısımda diğer kısımlara göre daha yüksek değerler gösterdiği ve bu sonucun sadece yüksek serbest amino asit miktarından değil aynı zamanda doymamış yağ asitlerinin oksidasyonundan kaynaklandığı belirtilmiştir.

Pastırma üzerinde yürütülen bir araştırmada kürleme yöntemi ve tumbling işleminin pastırmanın bazı kalitatif özelliklerine etkileri incelenmiştir. Kuru kürlemede pastırmalık etler kürleme ajanları ile muamele edilmiştir. Enjeksiyon yöntemi ile yapılan kürlemede %15 tuz ve %0,15 NaNO₃ içeren salamura pastırmalık etlere et ağırlığı üzerinde %20 oranında enjekte edilmiştir. Kürleme işleminden sonra pastırmalık etler iki gruba ayrılmış, birinci grup 10±2°C'de 36 saat, ikinci grup ise bir saat süre ile tumbling işlemine tabi tutulduktan sonra aynı sıcaklıkta 35 saat süre ile bekletilmiştir. Bu kürleme işleminden sonra pastırmalık etler üretiminin diğer aşamalarına tabi tutulmuştur. Analizler sonucunda kuru kürlemenin pastırmanın kalitesi üzerinde daha olumlu etki gösterdiği, enjeksiyon ile kürlemenin pastırmanın kalite karakteristikleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı, özellikle enjeksiyon yöntemi uygulanan pastırmalarda tumbling işleminin mikrobiyal yükte artışa neden olduğu ve enjeksiyon-tumbling kombinasyonunun ürünün duyuşal karakteristikleri üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı ancak pastırmada kuru kürlemenin pastırmanın duyuşal özelliklerinde daha olumlu etkiler oluşturduğu belirlenmiştir (Guner *et al.* 2006).

Flores *et al.* (2007) tuz, nitrat, nitrit, glukoz ve askorbik asit gibi kürleme ajanlarının parça halinde işlenen kuru kür edilmiş et ürünlerinin uçucu bileşikler üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri araştırmada bu tip ürünlerde hem miktar hemde aroma üzerindeki etkileri bakımından önem arz eden 6 farklı uçucu bileşiği (2-metil-bütanal, 3-metil-bütanal, 2-pentanon, hekzanal, metional ve oktanal) katı faz mikroekstraksiyon (SPME) yöntemiyle ekstrakte etmişler ve gaz kromatografisiyle belirlemişlerdir. Analizler sonucunda en önemli etkiyi tuzun oluşturduğu, kürleme karışımında kullanılan glukozun hekzanal konsantrasyonunda azalmaya neden

olduğu, nitrat, nitrit ve askorbik asitin ise uçucu bileşiklerin konsantrasyonunu arttırdığı ortaya konulmuştur.

Lorenzo *et al.* (2007) kuzey batı İspanya'ya özgü geleneksel bir et ürünü olan lacon üzerinde yaptıkları araştırmada tuzlama ve kürleme olmak üzere iki faktörün ürünün biyojen amin içerikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Tuzlama işleminde hammadde tuzlandıktan sonra kg et başına 1 gün olacak şekilde 2-5°C'de dengeleme işlemine tabi tutulmuştur. Kürleme işleminde ise kg başına 2 g glukoz, 0,125 g sodyum nitrit, 0,175 g sodyum nitrat, 0,5 g sodyum askorbat ve 0,1 g sodyum sitrat olacak şekilde kürleme karışımı hazırlanmış ve etler bu karışım ile muamele edildikten sonra tuzlanmış ve 2-5°C'de kg başına 1 gün olacak şekilde istiflenerek dengeleme işlemine tabi tutulmuştur. Tuzlama veya kürleme işlemlerinden sonra lacon üretiminin diğer aşamalarına geçilmiştir. Tuzlama veya kürleme işlemlerinden sonra (7. ve 14. gün) ve ayrıca kurutma-olgunlaştırma aşamasının belirli günlerinde (7, 14, 28, 56 ve 84. gün) alınan örnekler biyojen amin yönünden analiz edilmiştir. Analizler neticesinde taze ette triptamin ve sperminin, son üründe ise triptamin ve kadaverinin miktar olarak daha yüksek değerler verdiği, hem tuzlama hem de kürleme işlemine tabi tutulan her iki grupta da olgunlaştırma süresince amin içeriğinde önemli artışlar olduğu, ancak kürleme karışımında yer alan katkı maddelerinin kullanıldığı grubun total amin ile triptamin, tiramin ve histamin içeriklerini arttırdığı, üretim süresince toplam biyojen amin içeriğinin beklenen düzeyin altında kaldığı ve bunun üründeki mikrobiyal aktivitenin düşük düzeyde kalmasından ileri geldiği vurgulanmıştır.

Virgili *et al.* (2007) İtalyan tipi kuru kür edilmiş ham üzerinde yaptıkları çalışmada üretim süresi boyunca biyojen amin ve serbest amino asit oluşumundaki değişimler ile ürünün bazı kalitatif özelliklerini incelemişlerdir. Araştırmada iki aşamalı tuzlama uygulanmış ve her aşamada %2-2,5 oranında tuz kullanılmıştır. Olgunlaştırmanın belirli aylarında (15, 19 ve 23. ay) örnekler alınmış ve analiz edilmiştir. Analizlerin değerlendirilmesi neticesinde olgunlaşma süresince nem ve su aktivitesi değerleri düşerken, pH, NPN (protein tabiatında olmayan azot) ve serbest amino asit miktarlarının arttığı, olgunlaşmanın 23.ayında ürünün nispeten yüksek su aktivitesi

(>0.90) ve orta seviyede tuz konsantrasyonu (yaklaşık %5) sahip olduğu ve serbest amino asit ve biyogen amin miktarının olgunlaşma süresince düzenli olarak artış gösterebileceği belirtilmiştir. Ayrıca tiramin, putresin ve kadaverin miktarlarının yüksek olduğu ve bu sonucun da proteoliz ve dolayısıyla olgunlaşmaya bağlı olduğu da vurgulanmıştır.

Landeta *et al.* (2007) Serrano ham olarak adlandırılan İspanyol tipi kuru kür edilmiş orta nemli bir et ürünü üzerinde yaptıkları araştırmada 56 koagülaz negatif suşu biyogen amin üretme potansiyeli yönünden test etmişler ve incelenen suşların sadece %3.6'sının bu aktiviteyi gösterdiğini belirlemişlerdir. Araştırmada sadece *Staphylococcus capitis* (histamin) ve *Staphylococcus lugdunensis* (putresin ve kadaverin) türlerinin biyogen amin ürettiği ve sonuç olarak İspanyol tipi kuru kür edilmiş et ürününden izole edilen koagülaz negatif stafilokokların biyogen amin üretme potansiyellerinin zayıf olduğu kanaatine varılmıştır.

Kaban (2009) tarafından geleneksel yöntem uygulanarak üretilen pastırma üretiminde et ağırlığı üzerinden %10 oranında kürleme karışımı (50 g sakaroz, 10 g KNO₃ ve 1 kg tuz) kullanılmış ve kürleme işlemi 8-10°C'de gerçekleştirilmiştir. Araştırmalar sonucunda prosesin son aşamalarında aw değerlerinde azalma gözlemlendiği, proteoliz derecesi hakkında bilgi veren protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı ile lipit oksidasyonunun göstergesi olan TBARS değerinin proses süresince artış gösterdiği ve pastırmada dominant florayı Gram pozitif-katalaz pozitif kokların oluşturduğu belirlenmiştir. Ayrıca üretim süresince esterler, alifatik hidrokarbonlar, sülfürlü bileşikler, alkoller, aldehytler, ketonlar, aromatik hidrokarbonlar, terpenler ve furanlar olmak üzere 9 farklı kimyasal gruba giren toplam 48 bileşik identifiye edilmiş ve bu bileşiklerden aldehytlerin ikinci kurutma sonunda en yüksek değerleri verdiği belirlenmiştir. Aldehytler içerisinde ise major bileşiğin hekzanal olduğu ve son üründe aromatik hidrokarbonların dominant uçucu bileşik grubunu oluşturduğu tespit edilmiştir.

Martuscelli *et al.* (2009) tarafından parça halinde işlenen kuru kür edilmiş bir et ürününe (dry-cured ham) yoğun tütsüleme uygulamasının serbest amino asit ve

biyojen amin oluşumu üzerine etkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen araştırmada tuzlama işleminden sonra etler $1\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de 21 gün süreyle dengeleme işlemine tabi tutulmuştur. Yapılan analizler sonucunda tutsüleme işleminin serbest amino asit miktarını artırdığı ancak serbest amino asit kompozisyonunun ürünün duyuşal özellikleri üzerinde sınırlı bir etki gösterdiği ve serbest amino asit miktarı ile biyojen amin miktarı arasında bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur.

Kür edilmiş kurutulmuş et ürünlerinde nitrozaminler, biyojen aminler ve kalıntı nitrit arzu edilmeyen bileşiklerdir. Bu bileşikler üzerine iyonize radyasyonun (gama ışınları) etkisini belirlemek amacıyla Çin Rugao ham üzerinde yapılan bir araştırmada kürlleme işlemi (1 kg ete 90-100 g NaCl, 150 ppm nitrit) $0-8^{\circ}\text{C}$ 'de 40 gün süreyle yapılmıştır. Olgunlaştırmadan önce örneklerin bir kısmına 5 kGy'lik iyonize radyasyon uygulanmış ve olgunlaştırma işlemine geçilmiştir. Araştırma sonucunda gama ışınlarının tiramin, putresin ve spermini parçaladığı buna karşın, spermidin, feniletilamin, kadaverin ve triptamin oluşumunu teşvik ettiği, iyonize radyasyon uygulamasını kalıntı nitrit miktarını önemli derecede düşürdüğü, üründe bulunan N-nitrosometilamin, N-nitrosoetilamin ve N-nitrosopirolidini parçalayabilecekleri belirtilmiştir (Wei *et al.* 2009).

Uğuz *et al.* (2011) tarafından farklı tuz konsantrasyonlarının (%3, %6 ve %9) pastırmanın bazı kalitatif özelliklerine etkilerini belirlemek üzere yapılan bir araştırmada kürllemede nitrit (150 ppm) kullanılmış ve kürlleme işlemi 4°C 'de gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar pastırma üretiminde düşük seviyede tuz kullanımının son ürünlerdeki tuz seviyesini düşürdüğü ve bunun halk sağlığı açısından önemli bir sonuç olduğunu, düşük tuz seviyesinde lipit oksidasyonun daha yavaş gerçekleştiğini, ancak kürllemede düşük tuz oranı kullanımının ürünün (%3) yüksek su aktivitesi ve pH değerleri ile mikroorganizma sayısını artırdığı ve buna bağlı olarak son üründe kalite kayıplarının görüldüğünü, yüksek tuz konsantrasyonlarının (%6 ve %9) lipit oksidasyonu hariç pastırmanın diğer kalitatif kriterleri üzerinde olumlu etkiler gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Stadnik and Dolatowski (2012) kuru kür edilen bir et ürünü üzerinde yaptıkları çalışmada probiyotik özellikteki bir *Lactobacillus sakei* suşunun ürünün biyogen amin içeriğine etkisini araştırmışlar ve hammadde ile olgunlaşmanın belirli günlerinde (4, 8 ve 16 gün) alınan örnekler üzerinde yapılan analizler sonucunda kadaverin, putresin ve triptamin seviyelerinde olgunlaşma zamanına bağlı olarak artış gözlemlendiği, örneklerin histamin ve spermidin içermediği, başlangıçta düşük konsantrasyonda olan sperminin olgunlaşma süresi ilerledikçe azaldığı, kadaverin ve triptaminin major biyogen aminler olduğu, elde edilen bu sonuçların daha önce yapılan araştırma sonuçlarına paralellik gösterdiği, biyogen amin miktarının toksik seviyenin altında kaldığı ve pH değerinin olgunlaşma sonrasında önemli ölçüde attığı rapor edilmiştir.

Erdemir (2012) tarafından pastırmada farklı nitrit seviyelerinin serbest amino asit ve diğer bazı kalitatif kriterler üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada 4 farklı kürlenme dozu (0, 50, 100 ve 150 ppm sodyum nitrit) kullanılmış ve pastırmalık etler 1kg ete 50 g kürlenme karışımı olacak şekilde 6°C’de 48 saat süreyle kürlenme işlemine tabi tutulmuştur. Araştırmada nitrit seviyesinin ve üretim aşamasının pastırmanın serbest amino asit içeriği üzerine çok önemli derecede etkili olduğu, kontrol grubuna kıyasla 50, 100 ve 150 ppm nitrit ilave edilen örneklerin serin, lizin, treonin, tirozin ve histidin içeriğinin arttığı, buna karşın glisin, glutamin ve arginin içeriğinin ise azaldığı, araştırmada etkisi incelenen her iki faktöründe (nitrit seviyesi ve üretim aşaması) kalıntı nitrit, tuz, TBARS, pH, L*, a* ve b* değerleri üzerinde çok önemli düzeyde etki gösterdiği, nem miktarının her iki faktörden pastırmanın mikrobiyolojik özelliklerinin ise sadece nitrit seviyesi faktöründen etkilendiği tespit edilmiştir.

Ünal (2013) farklı nitrat seviyelerinin pastırmanın uçucu bileşikleri ve diğer bazı kalitatif özelliklerine etkilerini araştırmak için yaptığı çalışmada kürlenme amacıyla %10 tuz, %0,3 sakkaroz ve farklı seviyelerde potasyum nitrat (150, 300, 450, 600 ppm) kullanmış ve kürlenme işlemini 4±1°C’de 48 saat süreyle gerçekleştirmiştir. Elde edilen sonuçlara istatistiki analizler uygulanmış ve nitrat seviyesinin pH değeri üzerinde önemli, lipid oksidasyonunun göstergesi olan TBARS değeri üzerinde ise

çok önemli etkisinin olduğu sağtanmıştır. Nitrat kullanım dozunun kalıntı nitrit, a_w , renk değerleri ile protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı ve duysal parametreler üzerinde herhangi bir etkisinin belirlenmediği söz konusu araştırmada, pastırma örneklerinde alifatik hidrokarbonlar, sülfürlü bileşikler, aromatik hidrokarbonlar, aldehytler, terpenler, ketonlar, esterler, furanlar, asitler, alkoller ve nitrojenli bileşikler gruplarına giren toplam 46 bileşik tespit edilmiş ve nitrat seviyesinin bazı bileşikler üzerinde çok önemli veya önemli etkilerinin olduğu belirtilmiştir. Ayrıca 150 veya 300 ppm nitrat seviyelerinde uçucu bileşiklerin miktar ve sayısının, 450 ve 600 ppm nitrat seviyelerine göre daha yüksek olduğu da tespit edilmiştir.

Lorenzo (2014) “cecina” olarak adlandırılan at etinden üretilen kuru kür edilmiş bir et ürünü üzerinde yapılan çalışmada üretim süresince ürünün fiziko-kimyasal ve tekstürel özellikleri ile yağ asitleri ve uçucu bileşiklerini belirlemişlerdir. Araştırmada hammadde tuzlandıktan sonra istiflenerek 1 kg et için 0,25 gün esas alınarak 2-5°C’de kürlemeye devam edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda tuzlama aşaması süresince pH değerinin azaldığı ancak üretimin son aşamasına doğru proteolisizten dolayı arttığı, TBARS değeri ile sertlik ve çiğnenebilirlik parametrelerine ait puanların üretim süresince artış gösterdiği, renk değerlerinin olgunlaşma süresinden etkilendiği, toplam serbest yağ asidi içeriğinin artış gösterdiği ve palmitik, oleik, stearik ve linoleik asitlerin son ürünün önemli yağ asitleri olduğu tespit edilmiştir. Ürün üretimi sırasında esterler, aldehytler, alifatik hidrokarbonlar, dallanmış hidrokarbonlar, alkoller, aromatik hidrokarbonlar, furanlar ve ketonlar grubuna dahil 55 uçucu bileşik tespit edilmiş ve tuzlama aşamasının sonunda aldehytlerin en yüksek değerlere ulaştığı, esterlerin ise son üründe dominant bileşen grubunu oluşturduğu belirlenmiştir.

Akköse and Aktaş (2014) tarafından pastırma üzerinde yapılan bir araştırmada pastırmalık etler %10 NaCl ve 150 ppm KNO_3 esas alınarak kürlenmiş ve bu işlem 4°C’de 48 saat süre ile uygulanmıştır. Araştırıcılar kürleme aşamasının sonunda su aktivitesi değerinin 0,942’ye düştüğünü, örneklerin başlangıçtaki nem içeriğinin kürleme zamanına bağlı olarak %74,56’dan %66,64’e kadar azaldığını ve tuz

içeriğinin 48 saatlik kütleme sonunda 15,65 g NaCl/100 g kuru maddeye ulaştığını belirtmişlerdir.

3. MATERİYAL ve METOT

3.1. Materyal

Araştırmada kesimden sonra 24 saat süre ile dinlendirilmiş orta yaşlı sığır karkaslarından elde edilen *M. Longissimus dorsi* kasları materyal olarak kullanılmıştır. Sağ ve sol *M. Longissimus dorsi* kaslarının her biri ikiye bölünerek bir sığır karkasından toplamda dört pastırmalık parça et elde edilmiştir. Araştırmada 2 deneme yapıldığından toplamda 2 sığır karkası kullanılmıştır.

Pastırma üretiminde kullanılan tuz, buy otu tohumu unu, sarımsak, acı kırmızı toz biber ve tatlı kırmızı toz biber Erzurum piyasasından temin edilmiştir. Kürleme ajanı olarak kullanılan potasyum nitrat(KNO_3 (Merck)), sodyum nitrit (NaNO_2 (Merck)) ve sakkaroz (Merck) ise kimyasal madde satan bir şirketten temin edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Pastırma üretimi

Etlerin Hazırlanması: Pastırmalık etlerin yüzeyindeki fazla yağ ve bağ dokusu uzaklaştırılmış ve şekil verildikten sonra et kalınlığının 2/3'ünü geçmeyecek şekilde ve kas liflerine 45°'lik açı ile şaklama yapılmıştır.

Kürleme: Hazırlanan pastırmalık etlerin kürleme işleminde et ağırlığı üzerinden %5 oranında tuz (NaCl) (Aksu ve Kaya 2001b) ve %0,3 oranında sakkaroz (Ünal 2013) kullanılmıştır. Kürleme ajanı olarak ise potasyum nitrat (300 ppm) veya sodyum nitrit (150 ppm) kullanılmış ve kürleme iki farklı sıcaklıkta (4°C veya 10°C) gerçekleştirilmiştir. Pastırmalık etler deneme planına göre hazırlanan kürleme karışımları ile iyice muamele edilmiş ve şaklar üste gelecek şekilde $4\pm 1^\circ\text{C}$ veya

10±1°C’de 24 saat süre ile bekletildikten sonra şaklanmış yüzey alta gelecek şekilde etler ters çevirilmiş ve 24 saat daha kürlenme işlemine devam edilmiştir.

1. Kurutma: Kürlenmiş 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 1.kurutma işlemine tabi tutulmuştur.

1. Baskılama (soğuk denkleme): Kürlenmiş ve kısmen kurutulmuş etler 7±1°C’de 20 saat süre ile baskılama işlemine tabi tutulmuştur. Baskılama işleminde 1 kg et için 15 kg ağırlık kullanılmıştır.

2. Kurutma: Birinci baskılama işleminden sonra etler soğuk askılara alınmış ve 20±1°C de %70±2 nispi nemli klima ünitesinde 5 gün süre ile kurutma işlemine tabi tutulmuştur.

2. Baskılama (Sıcak Denkleme): İkinci kurutma işleminden sonra etler, 25±1°C’de yine 1 kg et için 15 kg ağırlık esasına göre 7 saat süre ile sıcak denkleme olarak adlandırılan baskılamaya tabi tutulmuştur.

3. Kurutma: İkinci baskılama işleminden sonra etler, 20±1°C’de ve %70±2 nispi nemde 5 gün süre ile kurutulmuştur.

Çemenleme: Baskılama ve kurutma işlemlerinden sonra örnekler daha önceden hazırlanan çemen hamuru içerisinde 7°C’de 1 gün süre ile bekletildikten sonra yüzeydeki çemen 2-3 mm olacak şekilde inceltilerek çemenli kurutma işlemine geçilmiştir. Çemen hamurunun hazırlanmasında 500 g buy otu tohumu unu, 350 g sarımsak, 75 g kırmızı tatlı toz biber ve 75 g kırmızı acı toz biber kullanılmış ve 1200ml su ilave edilerek çemen hamur kıvamına getirilmiştir.

Çemenli kurutma: Çemenleme işlemi tamamlanmış etler 20±1°C’de ve %70±2 bağıl nemde 10 gün süre ile kurutulmuştur.

3.2.2. Fiziksel ve kimyasal analizler

Pastırma örneklerinde su aktivitesi (a_w) değerinin belirlenmesi için özel plastik kaplara ve diğer analizler için ise küçük cam kavanozlara örnekler alınmıştır. Biyogen amin için alınan örnekler ise analiz gününe kadar -20°C 'de muhafaza edilmiştir.

3.2.2.a. pH değerinin belirlenmesi

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

3.2.2.b. a_w değerinin belirlenmesi

Örneklerin a_w değeri a_w cihazı (TH-500 a_w Sprint) kullanılarak belirlenmiştir. Cihaz kullanılmadan önce kalibrasyon tuzları ile kalibre edilmiştir. Örnekler özel plastik kaplara yerleştirildikten sonra ölçme kabine konulmuş ve ölçüm 25°C 'de gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.c. Kalıntı nitrit miktarının belirlenmesi

Örneklerinin kalıntı nitrit miktarının belirlenmesinde Tauchmann (1987) tarafından verilen metot kullanılmıştır. Kalıntı nitrit miktarı örnek ağırlığı, seyreltme faktörü, standart kurve kullanılarak hesaplanan katsayı ve absorbans değeri esas alınarak hesaplanmış ve sonuç ppm NaNO_2 olarak verilmiştir.

3.2.2.d. TBARS (Tiyobarbütirik Asit Reaktif Maddeler) değerin belirlenmesi

Pastırma örneklerinin TBARS değerin 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

Örneklerin protein tabiatında olmayan azotlu (NPN) madde miktarı Anonymous (1989) tarafından verilen metot kullanılarak belirlenmiştir. Homojen hale getirilmiş örnekten yaklaşık 5'er g (1 mg hassasiyette) tartılmış ve 100 mL'lik santrifüj tüplerine aktarılmıştır. Örnekler 10 mL diklormetan ve 50 g trikloroasetik asit (CCl_3COOH) çözeltisi (200 g trikloroasetik asit+800 mL saf su) ilave edildikten sonra Ultra-Turraxta ile 30 sn homojenizasyon uygulanmıştır. Homojenizat oda sıcaklığında ara sıra cam çubukla karıştırılarak 15 dak bekletildikten sonra 3500 G'de santrifüj (Thermo Fisher, MR 23 i,Germany) edilmiştir. Süpernatant filtre edildikten sonra yaklaşık 20 g kjeldahl aktarılmıştır. Filtrasyon esnasında diklormetan fazının süpernatanta geçmemesine dikkat edilmiştir. Filtrat konulmuş kjeldahl balonuna 20 mL H_2SO_4 (%98'lik), 10 g katalizör (%1,8 Titandioksit, %2,8 Bakırsülfat, %95,4 Potasyum Sülfat) ilave edilmiş ve birkaç cam boncuk atılarak yakılmıştır. Yakma ünitesinde önce düşük sıcaklık daha sonra yüksek sıcaklık (400-410°C) uygulanmıştır. Yakma işlemine balon içeriğinin soluk (açık) yeşil renk aldıktan sonra 30 dakika daha bekletilmesi ile son verilmiştir. Soğutulan kjeldahl balonlarına daha sonra 75 mL %33'lük NaOH ve 400 mL saf su ilave edilmiş ve distilasyon işlemine geçilmiştir. Distilat erlenine 25 mL doymuş borik asit ve birkaç damla indikatör damlatılarak erlen distilasyon sistemine bağlanmış ve 200 mL distilat toplanmıştır. Distilat 0,1 N HCl çözeltisi ile açık kırmızı renk oluncaya kadar titre edilmiştir. Örneklerdeki protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı, titrasyonda harcanan HCl çözeltisi ile örneklerin %nem miktarları dikkate alınarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır. Örneklerin nem miktarının belirlenmesinde ise Gökalp vd (2010) tarafından verilen yöntem kullanılmıştır.

Protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı (g/100 g):

$$V \times 8.755 (W_p / 100 \times M_0 + M_1) M_2 \times M_0 \times 10$$

V: Titrasyonda sarf edilen 0,1 N HCl miktarı

W_p: Örneğin nem oranı (g/100 g)

M₁: İlave edilen trikloroasetik asit miktarı(g)

M₂: Kullanılan filtratın miktarı (g)

M₀: Örnek miktarı (g)

3.2.2.f. Renk değerlerinin belirlenmesi

Pastırma örneklerinin kesit yüzeylerinde ve dilimlenmiş pastırmalarda renk değerleri (L*, a*, b*) Chroma Meter (CR-400 Konika Minolta, Japonya) kolorimetre cihazı kullanılarak belirlenmiştir. 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.

3.2.3. Mikrobiyolojik analizler

Pastırma örneğinden 25 g steril plastik torbaya tartılmış, üzerine 225 mL steril fizyolojik su (%0,85 NaCl, Merck) ilave edilerek Stomacher'de (Lab Stomacher Blander 400-BA 7021, Sewardmedical, İngiltere) 1,5 dak. homojenize edilmiştir. Daha sonra bu homojenattan steril serum fizyolojik (%0,85 NaCl) kullanılarak uygun dilüsyonlar hazırlanmış ve aşağıda belirtilen sayımlar yapılmıştır.

3.2.3.a. Laktik asit bakteri sayımı

Pastırma örneklerinde laktik asit bakteri sayımı için MRS (De Man, Rogosa Sharpe, Merck) Agar andbesiyeri kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan daha önce dökülmüş, MRS Agar plaklarına yüzeye yayma yöntemiyle ekim yapılmıştır. 30°C'de 2 günlük

anaerobik inkübasyondan sonra, katalaz (-) koloniler dikkate alınarak laktik asit bakteri sayısı saptanmıştır.

3.2.3.b. *Micrococcus/Staphylococcus* sayımı

Micrococcus/Staphylococcus sayımı için, MSA (Mannitol Salt Red, Oxoid) Agar besiyeri kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan daha önce dökülmüş, MSA plaklarına yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Ekim yapılan plaklar 30°C’de 2 gün aerobik olarak inkübe edilmiştir. Katalaz (+) koklar dikkate alınarak sayı hesaplanmıştır.

3.2.3.c. Enterobacteriaceae sayımı

Uygun dilüsyonlardan VRBD (Violet Red Bile Dextrose, Merck) Agar plaklarına 0.1’ er mL aktararak yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Petri plakları 30°C’de 2 gün anaerobik şartlarda inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonucunda 1mm’den büyük koloniler sayılarak Enterobacteriaceae sayısı belirlenmiştir.

3.2.3.d. Maya-Küf sayımı

Maya-küf sayımı için RBC (Rose-Bengal Chloramphenicol, Merck) Agar besiyeri kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemine göre ekim yapıldıktan sonra petri kutuları içeren 25°C’de 5 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda gelişen maya ve küf kolonileri sayılarak örneklerdeki maya-küf sayısı belirlenmiştir.

3.2.4. Biyojen amin içeriğinin belirlenmesi

Analiz için 2 g örnek bir tüp içerisine tartılmış ve üzerine 0,1 mL internal standart (1.7 diaminoheptan, 1mg baz/ml) ilave edilmiştir. Örnekler 10 mL 0,4 M perklorik asit ile ultra-turrax kullanılarak parçalanmıştır. 3000 rpm’de 10 dak. santrifüj edildikten sonra kaba filtre kağıdından 25 ml balon joje’ye süzölmüştür. Kalıntıya

tekrar 10 mL 0,4 M perklorik asit ilave edilmiş ve işlem tekrarlanmıştır. Balon 25 mL'ye 0,4 M perklorik asit kullanılarak tamamlanmıştır. Örnek türevlendirmesinde ise 1 mL ekstrakt 200 µL 2 N NaOH ile alkali hale getirilmiş ve 300 µL doymuş NaHCO₃ eklenmiştir. Üzerine 2 mL dansil klorit ilave edildikten sonra 40°C'de 45 dak. bekletilmiş ve üzerine 100 µL (%25'lik) amonyak ilave edilmiştir. Toplam hacim 5 mL'ye asetonitril ile tamamlandıktan sonra 2500 rpm de 5 dakika santrifüj edilmiş ve 0,45 µm filtreden süzölmüştür. Standart eğri çizmek amacıyla analiz edilecek biyojenik amin standartlarından belirli miktarlarda alınmış ve 1 mL'ye perklorik asit ile tamamlanarak örnek türevlendirmesinde olduğu gibi türevlendirilmiştir. Mobil faz olarak amonyum asetat (0,1 M) ve asetonitril kullanılmıştır. Mobil faz akış hızı 1 mL/dak. olarak ayarlanmış ve ölçümler 254 nm'de yapılmıştır. Kolon olarak ODS2, 5 µm, 125x4 mm kullanılmıştır. Biyojenik aminlerden putresin, feniletilamin, tiramin, histamin, kadaverin, triptamin, spermidin ve spermin belirlenmiştir. Standart maddeler Sigma firmasından temin edilmiştir. Sonuçlar aşağıda verilen formül kullanılarak hesaplanmıştır (Eerola *et al.* 1993). Biyojen aminlerin geri kazanım oranlarında belirlenen katsayılarla çarpılarak sonuçlar verilmiştir.

Analizlerde HPLC (Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisi) 1100 (Agilent Technologies, Waldbronn, Germany) ile Diode Array Dedektör (DAD, G13115A) kullanılmıştır.

$$Cu = 125 \times (HU \times RFU \times CISTD) / (HISTD \times RFISTD \times WS)$$

$$Cu = \text{mg/kg}$$

HU = Bilinmeyen maddenin pik yüksekliği

RFU = Bilinmeyen maddenin response faktörü

CISTD = İnternal standart spike konsantrasyonu

HISTD = İnternal standardın pik yüksekliği

RFISTD = İnternal standardın response faktörü

WS = Örnek ağırlığı

125 = İ.S. miktarı, (125 µL konsantrasyonu 1 µg/mL)

3.2.5. İstatistiki analizler

Araştırmada faktör olarak iki farklı kütleme ajanı (150 ppm NaNO₂ ve 300 ppm KNO₃) ve iki farklı kütleme sıcaklığı (4°C ve 10°C) seçilmiş ve denemeler şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre 2 tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara varyans analizi uygulanmış ve önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (SPSS 20.0).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

4.1.1. pH

Pastırma gibi parça halinde işlenen kuru kür edilmiş et ürünlerinde mikrobiyolojik stabilitenin sağlanmasında genellikle pH değeri önemli bir faktör değildir (Leistner 1985). Ancak pH değeri, bu tip ürün üretiminde seçilecek hammadde açısından dikkate alınması gereken en önemli parametrelerden biridir. Hammadde olarak yüksek pH'lı etlerin kullanılması durumunda suyun uzaklaşması zorlaşmakta ve neticede a_w değeri yüksek seviyede kalmaktadır. Diğer taraftan bu tip hammaddelerin kullanılması durumunda kür karışımı ete daha yavaş diffüze olmakta ve üretim süresi uzamaktadır (Kaya ve Kaban 2010). Farklı kürleme sıcaklıkları ve kürleme ajanları kullanılarak üretilen pastırma örneklerine ait pH değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği gibi pH değerleri 5,66 ile 5,81 arasında bulunmuştur. Türk Gıda Kodeksi Et Ürünleri Tebliği'ne göre pastırmada pH değeri için 6,0'lık bir üst limit verilmiştir (Anonim 2012). Araştırmada belirlenen pH değerleri bu üst limitin altında bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların pH değerleri

Kürleme Sıcaklığı	Kürleme Ajanı	Blok	
		1	2
4°C	Nitrit	5,76	5,78
		5,81	5,81
	Nitrat	5,72	5,75
		5,76	5,80
10°C	Nitrit	5,72	5,76
		5,76	5,77
	Nitrat	5,66	5,74
		5,71	5,77

Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Her iki ana varyasyon kaynağı da pH değeri üzerinde $P<0,05$ düzeyinde etkili olmuştur. Kürleme sıcaklığı x kürleme ajanı ise önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Pastırma üretiminde kullanılan hammadde ise son ürün pH değeri üzerinde önemli düzeyde etki göstermiştir.

Çizelge 4.2. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Kürleme sıcaklığı	1	0,006	7,500*
Kürleme ajanı	1	0,004	5,633*
Kürleme sıcaklığı x Kürleme ajanı	1	0,000	0,000
Blok	1	0,005	6,533*
Hata	11	0,001	-
Genel	16	-	-

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

Kürleme sıcaklığı ve kürleme ajanı değişkenlerine ait pH değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Kürleme sıcaklıklarına ait ortalama pH değerleri arasında çok az farklılık olmasına rağmen bu farklılık istatistiki açıdan önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Kürleme sırasında ortam sıcaklığının 4°C’den 10°C’ye çıkarılması pH değerinde düşüşe neden olmuştur. Bu sonucun az da olsa laktik asit bakterilerinin bu sıcaklıkta daha iyi bir gelişme göstermelerinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Diğer taraftan kürleme ajanı da önemli derecede pH değeri üzerinde etki göstermiş ve kürleme ajanı olarak nitrat kullanılması durumunda pH değerinin nitrite göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Muhtemelen bu sonuç nitrat varlığında laktik asit bakterilerinin daha iyi bir gelişme göstermelerinden kaynaklanmaktadır.

Fransız tipi kuru kür edilmiş ham (Buscailhon *et al.* 1994), İtalyan tipi kuru kür edilmiş ham (Virgili *et al.* 2007), kuru kür edilmiş lacon (Lorenzo *et al.* 2003; Marra *et al.* 1999) gibi parça halinde işlenen et ürünlerinde olduğu gibi pastırmada (Kaban 2009; Kaban ve Kaya 2011) da gerçek bir laktik asit fermentasyonu söz konusu değildir. Nitekim pastırma üzerinde yapılan pek çok araştırmada da pH değerinin 5,5'in altında olmadığı ortaya konulmuştur (Aksu and Kaya 2001b; Doğruer vd 2001; 2003; Kaban 2010; Kaban ve Kaya 2011; Erdemir 2012; Ünal 2013). Kürleme yöntemlerinin (kuru ve salamura kürleme) etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş, ortalama pH değeri kuru kürlemede 5,67 salamura kürlemede ise 5,71 olarak saptanmıştır (Aksu ve Kaya 2002b). Diğer bir araştırmada ise pH değerinin pastırma üretiminin kürleme aşamasında hafif bir düşüş gösterdiği daha sonraki aşamalarda ise proteoliz sonucu oluşan bazik karakterdeki bileşikler nedeni ile arttığı bildirilmiştir (Kaban 2009).

Çizelge 4.3. Kürleme sıcaklığı ve kürleme ajanı değişkenlerine ait pH değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0.05$)

Kürleme sıcaklığı	pH	Kürleme ajanı	pH
4°C	5,78±0,03a	Nitrit	5,77±0,03a
10°C	5,74±0,04b	Nitrat	5,74±0,04b

Aynı sütunda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

4.1.2. Su aktivitesi (a_w)

Gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan bir muhafaza tekniği olan kurutma, sucuk, Rohwurst, salami gibi fermente sosisler ile pastırma, kuru kür edilmiş ham, serrano ham, lacon, Bündnerfleisch gibi parça halinde işlenen ürünlerin üretiminde olduğu gibi tuzlama, kürleme ve olgunlaştırma gibi işlemlerle kombine edilmektedir.

Orta nemli gıdaların su aktivitesi genellikle 0,70-0,90 arasında, nem oranları ise %20 ile %50 arasında değiştiği belirtilmektedir. Orta nemli gıdalarda su aktivitesinin düşürülmesi ile pek çok bakterinin gelişimi engellenmektedir (Huang and Nip 2001).

Orta nemli gıdalar grubuna dahil edilen pastırmanın (Leistner 1988; Kaban 2009) diğer bir önemli özelliği ise çemende bulunan sarımsağın küf gelişimini engellemesidir (El-Khateib *et al.* 1987). Farklı küreme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmalara ait a_w değerleri Çizelge 4.4'den de görüldüğü üzere 0,90'nın altında olup 0,831 ile 0,866 arasında değişmiştir. Bu sonuçlara göre üretilen pastırma mikrobiyolojik açıdan stabildir (Leistner 1988; Kaban 2009).

Çizelge 4.4. Farklı küreme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların a_w değerleri

Kürleme Sıcaklığı	Kürleme Ajanı	Blok	
		1	2
4°C	Nitrit	0,845	0,839
		0,861	0,865
	Nitrat	0,841	0,848
		0,852	0,841
10°C	Nitrit	0,856	0,844
		0,846	0,866
	Nitrat	0,863	0,831
		0,866	0,842

Farklı küreme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre gerek küreme sıcaklığı ve küreme ajanının ve gerekse bu iki faktörün interaksiyonunun pastırmanın a_w değeri üzerinde istatistiki açıdan önemli bir etkisi ($P>0,05$) söz konusu olmamıştır.

Pastırma üretiminin ilk aşamasında tuzun etkisi ile belirli bir miktar su uzaklaşmakta ve a_w değerinde düşüş olmaktadır. Akköse and Aktaş (2014) %10 tuz ve 150 ppm KNO_3 ile muamele ettikleri pastırmalık etlerde 4°C'de 48 saatlik bir süre sonunda a_w değerinin 0,942'ye düştüğünü belirtmişlerdir. Pastırma üretiminde kurutma aşamalarında daha fazla su kaybı olmakta ve a_w değerinde önemli düşüş gerçekleşmektedir. Nitekim Kaban (2009) kurutma aşamalarında a_w değerinde süre ilerledikçe düşüş olduğunu ve son üründe 0,88'nin altında bir değere ulaşıldığını

belirtmiştir. Diğer taraftan Doğruer vd (2003) tarafından farklı nitrat seviyelerinin pastırmanın kalitesine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada farklı nitrat seviyesinin ürünün a_w değeri üzerinde istatistiki açıdan önemli bir etkisinin olmadığı rapor edilmiştir. Benzer şekilde Ünal (2013) tarafından yapılan çalışmada da farklı nitrat seviyelerinin pastırmanın a_w değerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Pastırmada a_w değerinin düşürülmesinde önemli etkiye sahip olan tuz endüstride genellikle %8-10 oranında kullanılmaktadır (Tekinşen ve Doğruer 2000; Kaban 2009;2013). Ancak mevcut bu çalışmada olduğu gibi daha düşük tuz seviyeleri de pastırma üretiminde kullanılabilmekte ancak bu proseslerde yıkama ya çok hafif ya da hiç uygulanmamaktadır (Aksu and Kaya 2001b; 2002a; 2002b; Soyer *et al.* 2011; Uğuz *et al.* 2011).

Çizelge 4.5. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Kürleme sıcaklığı	1	0,00003	0,217
Kürleme ajanı	1	0,00009	0,649
Kürleme sıcaklığı x Kürleme ajanı	1	0,00002	0,146
Blok	1	0,00000	1,310
Hata	11	0,00000	-
Genel	16	-	-

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

4.1.3. Kalıntı nitrit

Kür edilmiş et ürünlerinde nitrozamin oluşumundan dolayı nitrit veya nitratın kullanımı 1970’li yıllardan beri tartışmalı bir şekilde devam etmektedir. N-nitrozaminlerin oluşumunda en önemli faktör, et ürünlerinde kullanılan nitrat ve/veya nitritin miktarı ve bunun sonucu olarak son ürünlerdeki kalıntı nitrit miktarıdır (Toldrá and Reig 2007). Nitrozamin oluşumu ile nitrit miktarı arasında bir korelasyon olduğundan son ürünlerdeki kalıntı nitrit miktarının belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Kalıntı nitrit miktarının düşürülmesi için düzenlemelerde ya kullanım

dozları sınırlandırılmakta veya son ürünlerdeki maksimum kalıntı nitrit miktarı için sınır değerler verilmektedir (Honikel 2007; 2008). İki farklı kürleme sıcaklığı ve iki farklı kürleme ajanı kullanılarak üretilen pastırmaların kalıntı nitrit değerleri Çizelge 4.6’da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere örneklerin tümünde kalıntı nitrit miktarı 10 ppm’in altındadır.

Çizelge 4.6. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların kalıntı nitrit değerleri (ppm)

Kürleme Sıcaklığı	Kürleme Ajanı	Blok	
		1	2
4°C	Nitrit	5,38	7,65
		4,42	7,29
	Nitrat	4,62	7,34
		4,12	7,21
10°C	Nitrit	5,71	7,2
		4,72	7,16
	Nitrat	3,53	4,28
		3,66	4,46

Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmenliğine (Anonim 2013) göre pastırma üretiminde nitrat kullanımı yasaklanmıştır. Buna karşın Avrupa’da pastırma gibi parça halinde üretilen kür edilmiş kurutulmuş et ürünlerinde nitrat yaygın olarak kullanılmakta ve ilgili yönetmenlikte son üründe kalıntı nitrat miktarı için 250 ppm’lik, kalıntı nitrit miktarı için ise 50 ppm’lik sınır değerler verilmektedir (Commission of Regulation (EU), 1129/2011). Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların kalıntı nitrit değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Buna göre kalıntı nitrit üzerinde kürleme sıcaklığı $P<0,05$, kürleme ajanı ile kürleme sıcaklığı x kürleme ajanı etkileşimi ise $P<0,01$ düzeyinde etkili olmuştur.

Çizelge 4.7. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların kalıntı nitrit değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Kürleme sıcaklığı	1	3,340	9,645*
Kürleme ajanı	1	6,644	19,187**
Kürleme sıcaklığı x Kürleme ajanı	1	3,432	9,911**
Blok	1	16,872	48,726**
Hata	11	346	-
Genel	16	-	-

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

Kürleme sıcaklığı ve kürleme ajanı değişkenlerine ait kalıntı nitrit miktarı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Çizelgeden’de görüldüğü üzere 4°C’de 10°C’ye göre daha yüksek bir ortalama değer belirlenmiştir. Nitratın nitrite dönüşümünde nitrat redüktaz aktivitesine sahip mikroorganizmalar rol oynamaktadır. Nitritin nitrikoksite indirgenmesi ise pH, süre, proses sıcaklığı ve askorbat veya izoaskorbatın varlığı gibi faktörlerden etkilenmektedir. Dolayısıyla bu faktörler kalıntı nitrit miktarı üzerinde de etkili olmaktadır (Toldrá and Reig 2007). Kullanılan kürleme ajanı da kalıntı nitrit miktarı üzerinde etkili olmuştur. Nitrat kullanılan örneklerde nitrit kullanılan örneklere göre daha düşük kalıntı nitrit miktarı belirlenmiştir. Yukarıda verilen pH değerlerinden de görüleceği üzere 10°C’lik kürleme sıcaklığı 4°C’lik kürleme sıcaklığına göre, kürleme ajanı nitrat ise kürleme ajanı nitrite göre daha düşük pH değerleri vermiştir (Çizelge 4.3). Bu sonuçlar, araştırmada seçilen faktörlerin her ikisinin de kalıntı nitrit miktarı bakımından uygun olduğunu göstermektedir. Diğer bir ifade ile gerek 150 ppm sodyum nitrit gerekse 300 ppm potasyum nitrat kullanılarak kür edilen ürünlerde kalıntı nitrit miktarı 50 ppm olarak verilen sınır değerın çok altındadır (Anonim 2002). Ayrıca her iki kürleme sıcaklığında da söz konusu değer yine 50 ppm’in çok altındadır (Çizelge 4.8).

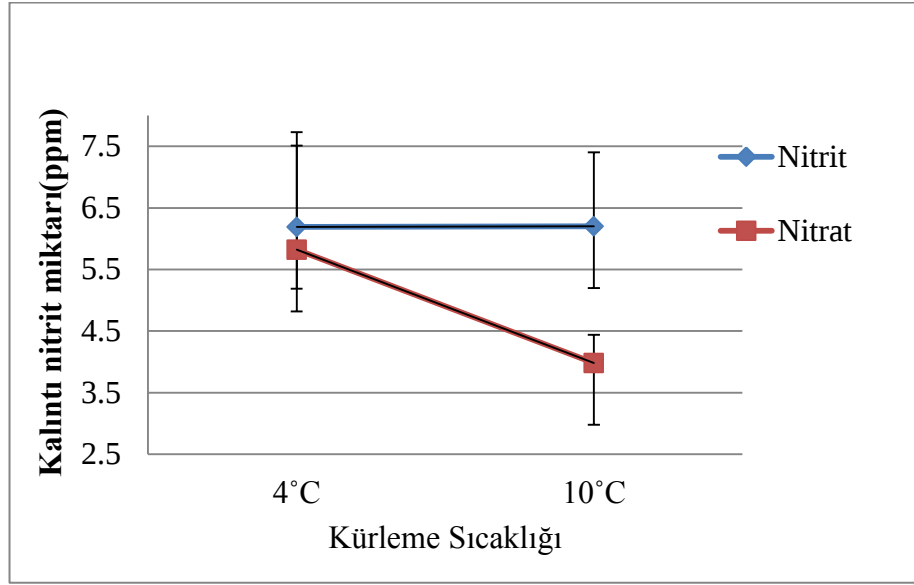
Çizelge 4.8. Kürlenme sıcaklığı ve kürlenme ajanı değişkenlerine ait kalıntı nitrit değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0.05$)

Kürlenme Sıcaklığı	Kalıntı Nitrit	Kürlenme Ajanı	Kalıntı Nitrit
4°C	6,00±1,51a	Nitrit	6,19±1,28a
10°C	5,09±1,45b	Nitrat	4,90±1,51b

Aynı sütunda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Kürlenme işleminde farklı nitrat seviyelerinin (150, 300, 450 ve 600 ppm) kullanıldığı bir çalışmada nitrat seviyesinin kalıntı nitrit miktarı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiş ve tüm gruplarda kalıntı nitrit miktarının 21 ppm'in altında olduğu tespit edilmiştir (Ünal 2013). Starter kültür kullanımının pastırmanın bazı özelliklerine etkilerini belirlemek üzere yürütülen araştırmada kürlenme ajanı olarak 750 ppm potasyum nitrat kullanılmış, starter kültürü (*S.carnosus* veya *S.xylosus*) örneklerde kalıntı nitrit miktarının düşük olduğu ve bu sonucun bu mikroorganizmaların nitriti indirgeyebilme özelliklerinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Aksu ve Kaya 2001b). Soyutemiz ve Özenir (1996) piyasadan temin ettikleri pastırma örneklerinde ortalama kalıntı nitrit miktarını 15,95 ppm, ortalama nitrat miktarını ise 80,02 ppm olarak saptamışlardır.

Pastırma örneklerinin kalıntı nitrit miktarı üzerinde çok önemli etkisi saptanan kürlenme sıcaklığı x kürlenme ajanı interaksyonuna ait grafik Şekil 4.1' de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere pastırma üretiminde nitrit kullanılması durumunda kalıntı nitrit miktarı kürlenme sıcaklığından çok az etkilenirken, kürlenme ajanı olarak nitrat kullanıldığında 10°C'de kalıntı nitrit miktarı 4°C'ye nazaran önemli ölçüde düşmektedir. Bu sonuç muhtemelen 10°C'de nitrat mevcudiyetinde iyi bir gelişme gösteren nitrat redüktaz aktivitesine sahip mikroorganizmaların, nitriti de indirgemelerinden ileri gelmektedir. Nitekim Geisen *et al.* (1992) mikrokok ve stafilokokların nitriti de indirgeyebildiklerini bildirmektedir.



Şekil 4.1. Kürleme sıcaklığı ve kürleme ajanı interaksiyonunun kalıntı nitrit miktarı üzerine etkisi

4.1.4. TBARS

Lipit oksidasyonu, et ürünlerinin üretiminde ve depolanmasında kaliteyi etkileyen önemli etkenlerinden biridir. Aynı zamanda bu reaksiyon serisi, et ve et ürünlerinde aroma üzerinde önemli etkileri olan bazı uçucu bileşiklerin de kaynağıdır (Ruiz 2007). Lipit oksidasyonunun sekonder ürünleri olan tiyobarbütirik asit reaktif maddeler (TBARS), lipit oksidasyonunun bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Lipit oksidasyonu, başlangıç, yayılma ve sonlanma olmak üzere 3 aşamada gerçekleşmektedir. Lipit oksidasyonunun primer ürünleri olan hidroperoksitler daha ileri derecede reaksiyonlara girerek aldehitler, ketonlar, alkoller, hidrokarbonlar, esterler, furanlar ve laktonlara dönüşmektedir (Ladikos and Loughvois 1990). Farklı kürleme sıcaklığı ve kürleme ajanı kullanılarak üretilen pastırmaların TBARS değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.9’da verilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği gibi en düşük TBARS değeri 22,44 $\mu\text{mol MDA/kg}$ ile nitrit kullanılan ve 4°C’de kür edilen grupta (1.deneme), en yüksek değer ise 48,04 $\mu\text{mol MDA/kg}$ ile nitrat kullanılan ve 10°C’de kürlenen grupta (1.deneme) belirlenmiştir. Benzer sonuçlar farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinde

Ünal (2013) tarafından, farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinde de Erdemir (2012) tarafından belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların TBARS değerleri ($\mu\text{mol MDA/kg}$)

Kürleme Sıcaklığı	Kürleme Ajanı	Blok	
		1	2
4°C	Nitrit	36,72	25,79
		22,44	25,06
	Nitrat	36,66	37,86
		32,86	36,04
10°C	Nitrit	43,49	38,10
		43,62	36,46
	Nitrat	48,04	42,78
		44,76	47,06

Farklı kürleme sıcaklıkları ve kürleme ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10’da verilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği gibi her iki ana varyasyon kaynağında $P < 0,01$ düzeyinde etkili olmuştur. Kürleme sıcaklığı x kürleme ajanı interaksyonunun ise TBARS değeri üzerinde önemli bir etkisi ($P > 0,05$) olmamıştır.

Çizelge 4.10. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Kürleme sıcaklığı	1	516,198	34,001**
Kürleme ajanı	1	184,824	12,174**
Kürleme sıcaklığı x Kürleme ajanı	1	9,672	0,637
Blok	1	23,620	1,556
Hata	11	15,182	-
Genel	16		-

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

Kürleme sıcaklığı ve kürleme ajanı faktörlerinin seviyelerine ait ortalama TBARS değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Kürleme sıcaklığının 4°C olması durumunda 10°C’ye göre daha düşük TBARS

değeri ile karşılaşılmıştır. Farklı kürleme ajanları arasında da istatistiki bakımından da önemli farklılık söz konusu olmuştur. Nitrit kullanılarak üretilen pastırma örneklerinde nitrat kullanılan örneklere göre daha düşük ortalama TBARS değeri belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Nitritin oksidatif ransiditeyi engellediği pek çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Ockerman and Kuo 1982; Gökarp 1983; Toldrá *et al.* 2009).

Sodyum nitrit et endüstrisinde kür edilmiş et renginin oluşumu, oksidasyonun kontrolü ve kür aromasının oluşumu için yaygın olarak kullanılan bir kürleme ajanıdır. Pastırma üretiminde yaygın olarak kullanılan potasyum nitratın ise bu etkiyi gösterebilmesi için öncelikle nitrite dönüşmesi gerekmektedir. Bu nedenle nitrat kullanılan proseslerde nitrite göre beklenen etkiler daha yavaş cereyan etmektedir.

Çizelge 4.11. Kürleme sıcaklığı ve kürleme ajanı değişkenlerine ait TBARS değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0.05$)

Kürleme Sıcaklığı	TBARS	Kürleme Ajan	TBARS
4°C	31,68±6,24b	Nitrit	33,96±8,40b
10°C	43,04±4,01a	Nitrat	40,76±5,64a

Aynı sütunda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

4.1.5. Protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı

Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarlarına ait sonuçlar Çizelge 4.12’de verilmiştir. Değerler 4,90 g/100 g ile 5,83 g/100 g arasında değişmektedir. Parça halinde işlenen olgunlaştırılmış et ürünlerinde gerçekleşen en önemli reaksiyonlardan biri olan proteolizis sonucu peptidler ve aminoasitler gibi protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı artış göstermektedir (Ceylan 2009; Kaya ve Kaban 2010). Aksu ve Kaya (2001b ve 2002a) ve Kaban (2009) pastırma üretimi sırasında protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarını arttığını rapor etmişlerdir. Benzer şekilde parça halinde işlenen kuru kür edilmiş et ürünlerinde de olgunlaştırılma sırasında protein olmayan azot değerinin artış gösterdiğini belirtilmiştir (Córdoba *et al.* 1994).

Tipik tekstür ve lezzete sahip olan pastırmanın üretim prosesi yaklaşık bir ay içerisinde tamamlanmaktadır. Üretim sırasında sıcaklık 4°C ile 20°C arasında değişmektedir. Geleneksel üretimde bazen 20°C'nin çok az üzerindeki sıcaklıklarda da kurutma gerçekleştirilebilmektedir. Kürlemeden son kurutma aşamasına kadar geçen aşamalarda meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlar bu tipik lezzet ve tekstür özelliklerinin oluşumundan sorumludur (Kaya ve Kaban 2010). Parça halinde işlenen kuru kür edilmiş et ürünlerinde üretim süresince görülen önemli biyokimyasal değişimlerden biri ileri derecede gerçekleşen proteolizdir. Kimyasal bir proses olan proteoliz bu ürünlerde endojen kas peptidaz aktivitesinin bir sonucudur (Mora *et al.* 2013).

Çizelge 4.12. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı (g/100 g)

Kürleme Sıcaklığı	Kürleme Ajanı	Blok	
		1	2
4°C	Nitrit	4,90	4,99
		4,98	5,09
	Nitrat	5,83	5,19
		5,39	5,42
10°C	Nitrit	5,72	5,17
		5,19	5,00
	Nitrat	5,70	5,74
		5,59	5,02

Farklı kürleme sıcaklıkları ve kürleme ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı üzerinde varyasyon kaynaklarından sadece kürleme ajanı önemli ($P<0,05$) etki gösterirken, kürleme sıcaklığı ve kürleme sıcaklığı x kürleme ajanı interaksyonunun istatistiki açıdan bir etkisi ($P>0,05$) olmamıştır (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Kürleme sıcaklığı	1	0,112	1,801
Kürleme ajanı	1	0,504	8,091*
Kürleme sıcaklığı x Kürleme ajanı	1	0,051	0,813
Blok	1	0,176	2,831
Hata	11	0,062	-
Genel	16	-	-

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

Kürleme sıcaklığı ve kürleme ajanı değişkenlerine ait protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı ortalama değerleri Çizelge 4.14’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere en düşük ortalama değer nitrit kullanılarak üretilen pastırma gruplarında belirlenmiş ve bu ortalama değer nitrat kullanılarak üretilen gruptan istatistiki olarak da farklılık (P<0,05) göstermiştir. Diğer taraftan kürleme sıcaklığı değişkenine ait ortalamalar arasında istatistiki açıdan bir farklılık söz konusu olmamıştır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Kürleme sıcaklığı ve kürleme ajanı değişkenlerine ait protein tabiatında olmayan azotlu madde değerlerinin ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0.05)

Kürleme Ajanı	Protein Tabiatında Olmayan Azotlu Madde Miktarı
Nitrit	5,13±0,26b
Nitrat	5,49±0,28a

Aynı sütunda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

4.1.6. Renk değerleri

Parça halinde işlenen kuru kür edilmiş et ürünlerinde renk önemli bir kalite kriteridir. Kür edilmiş et ürünlerinde nitritin önemli bir kısmı myoglobin, lipid ve proteinler gibi et bileşenlerine bağlı formda ya da nitrik oksit formunda bulunmaktadır (Redondo-Solano *et al.*2013). Nitrik oksit, miyoglobinle reaksiyona girerek kür edilmiş et rengini oluşturan nitrozomiyoglobine dönüşmektedir. Nitrat katılan ürünlerde bu kürleme ajanından beklenen etkinin oluşabilmesi için nitrite ve daha

sonra nitrik okside dönüşmesi gerekmektedir. Nitratın nitrite dönüşümünde nitrat redüktaz aktivitesine sahip mikroorganizmalar etkili olmaktadır. Bundan dolayı bu tip ürünlerde mikrokoklar ve stafilokoklar teknolojik öneme haiz mikroorganizmalar olarak değerlendirilmektedir. Bu mikroorganizmaların nitrat kullanılan proseslerde gelişebilmeleri ve aktivitelerini gösterebilmeleri ortamın pH'sına oldukça bağlıdır (Leisner 1985; Lücke 1985; Kaya ve Kaban 2010). Pastırma üretim aşamalarında bu mikroorganizmaların gelişimi açısından pH sınırlayıcı bir faktör değildir. Pekçok araştırmada son üründe pH değeri 5,5'in üzerinde bulunmuştur (Aksu ve Kaya 2001b; 2002b; Kaban 2009; Erdemir 2012; Ünal 2013).

Farklı kütleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların kesit yüzeylerine ait L*, a* ve b* değerleri Çizelge 4.15'te verilmiştir. Parlaklığın ölçüsü olan L* değeri 23,40-32,65, kırmızı renk yoğunluğunu ifade eden a* değeri ise 9,87-15,73, sarı renk yoğunluğu hakkında bilgi veren b* değeri ise 4,45-8,95 arasında değişmiştir. Kesit yüzey renk ölçümlerinin yanı sıra dilimlenmiş (1,5 mm) pastırma örneklerinde de renk değerleri ölçülmüş ve Çizelge 4.16'da verilmiştir. Dilimlenmiş pastırmalarda kesit yüzey renk değerlerine göre daha yüksek L*, a* ve b* değerleri ölçülmüştür. L* değeri 33,84-46,89, a* değeri 33,94-41,15 ve b* değeri ise 17,79-27,95 arasında değişmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların kesit yüzeylerinin renk değerleri

Kürleme Sıcaklığı	Kürleme Ajanı	Blok					
		1			2		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
4°C	Nitrit	26,36	12,11	5,95	22,8	10,16	5,36
		23,60	10,41	4,45	26,32	13,45	6,32
		25,54	15,73	8,55	28,06	15,16	8,95
	Nitrat	24,21	9,87	5,06	24,62	10,82	5,44
		25,28	15,07	7,82	28,11	13,61	6,52
		23,72	12,06	5,99	22,49	10,51	5,41
10°C	Nitrit	26,25	15,24	7,66	26,63	11,79	7,52
		24,24	14,6	7,54	27,69	15,15	8,09
		23,43	10,18	5,32	29,04	13,94	8,56
	Nitrat	23,40	10,92	6,32	28,41	10,74	4,91
		27,12	14,27	7,02	32,65	14,48	6,43
		27,24	12,25	6,32	25,83	10,97	5,55

Çizelge 4.16. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların 1,5 mm’lik dilimlerinin renk değerleri

Kürleme Sıcaklığı	Kürleme Ajanı	Blok					
		1			2		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
4 °C	Nitrit	33,84	37,34	20,14	39,96	38,41	24,75
		33,91	38,37	21,44	42,39	36,86	25,60
		34,60	38,97	21,28	44,53	35,37	26,26
	Nitrat	34,39	38,25	20,47	38,49	40,54	25,03
		36,24	40,11	23,24	39,44	38,28	22,78
		36,69	41,15	23,74	38,35	40,42	24,24
10 °C	Nitrit	34,42	40,40	21,77	43,45	35,76	26,00
		36,82	39,39	22,37	43,54	35,82	25,66
		39,87	38,47	24,36	46,89	33,94	27,95
	Nitrat	36,29	39,62	21,08	40,92	38,34	25,85
		35,37	36,16	17,79	43,31	36,81	23,92
		36,89	37,79	20,60	41,86	38,81	26,78

Farklı kürleme sıcaklıkları ve kürleme ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların kesit yüzey renk değerleri ile dilimlenmiş örneklerin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları sırasıyla Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18’de verilmiştir. Örneklerin kesit yüzey renk değerleri üzerinde ana varyasyon kaynakları herhangi bir istatistiki farklılığa sebep olmamıştır. Aynı şekilde kürleme sıcaklığı x kürleme ajanı etkileşimini de istatistiki açıdan önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur (Çizelge 4.17). Bu sonuçlar pastırmanın kesit yüzey renk özelliklerinde 150 ppm nitrit veya 300 ppm nitrat kullanımının ve ayrıca kürleme sıcaklığının etkili faktörler olmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.17. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların kesit yüzeyinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
L*			
Kürleme sıcaklığı	1	18,061	0,059
Kürleme ajanı	1	0,406	0,767
Kürleme sıcaklığı x Kürleme ajanı	1	5,626	0,277
Blok	1	20,646	0,045*
Hata	19	4,494	-
Genel	24	-	-
a*			
Kürleme sıcaklığı	1	1,293	0,294
Kürleme ajanı	1	6,355	1,445
Kürleme sıcaklığı x Kürleme ajanı	1	0,200	0,045
Blok	1	0,155	0,035
Hata	19	4,399	-
Genel	24	-	-
b*			
Kürleme sıcaklığı	1	1,224	0,774
Kürleme ajanı	1	5,491	3,470
Kürleme sıcaklığı x Kürleme ajanı	1	0,960	0,607
Blok	1	0,047	0,030
Hata	19	1,582	-
Genel	24	-	-

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

Dilimlenmiş pastırmaların L* değeri, kürleme sıcaklığından çok önemli (P<0,01) düzeyde etkilenmiştir. Örneklerin a* değeri üzerinde ise kürleme ajanının önemli (P<0,05) etkisi söz konusu olmuştur. Örneklerin b* değeri ise ana varyasyon kaynaklarından ve bu iki ana varyasyon kaynaklarının interaksiyonundan etkilenmemiştir (P>0,05).

Çizelge 4.18. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların 1,5 mm'lük diliminin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
	L*		
Kürleme sıcaklığı	1	29,927	8,670**
Kürleme ajanı	1	10,640	3,082
Kürleme sıcaklığı x Kürleme ajanı	1	0,928	0,269
Blok	1	226,935	65,743**
Hata	19	3,452	-
Genel	24	-	-
	a*		
Kürleme sıcaklığı	1	6,784	2,923
Kürleme ajanı	1	12,298	5,298*
Kürleme sıcaklığı x Kürleme ajanı	1	3,904	1,682
Blok	1	11,565	4,982*
Hata	19	2,321	-
Genel	24	-	-
	b*		
Kürleme sıcaklığı	1	1,109	0,499
Kürleme ajanı	1	6,060	2,725
Kürleme sıcaklığı x Kürleme ajanı	1	6,121	2,753
Blok	1	90,249	40,588**
Hata	19	2,224	-
Genel	24	-	-

Dilimlenmiş pastırmalarda kürleme sıcaklığı ve kürleme ajanı değişkenlerine ait renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre pastırma üretiminde kürleme sıcaklığının yüksek tutulması ve nitrat kullanılması renk değerleri açısından pozitif bir etki göstermektedir.

Çizelge 4.19. Kürleme sıcaklığı ve kürleme ajanı değişkenlerine ait 1,5 mm'lik dilimlerinin renk değerlerinin ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0.05)

Kürleme Sıcaklığı	L*
4°C	37,74±3,45b
10°C	39,97±3,97a
Kürleme Ajanı	a*
Nitrit	37,43±1,91b
Nitrat	38,86±1,55a

Aynı sütunda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

4.2. Mikrobiyolojik Ananliz Sonuçları

4.2.1. Laktik asit bakterileri

Laktik asit bakterileri, sucuk veya ısıl işlem görmüş kuru veya yarı kuru fermente sosislerden farklı olarak pastırmada sınırlı bir etkiye sahiptir. Laktik asit bakterilerinden kaynaklanan pH düşüşü bu ürünlerin mikrobiyolojik stabilitesinde genellikle önemli bir rol oynamamaktadır. Pastırma üretimi geleneksel yöntemlerle gerçekleştirildiğinden son üründeki laktik asit bakteri sayısı üretimin yapıldığı işletme koşullarına bağılı olarak değışiklik göstermektedir (Kaban 2013).

Farklı kürlenme sıcaklıkları ve kürlenme ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların laktik asit bakterileri sayısı Çizelge 4.20’de verilmiştir. Örneklerde laktik asit bakteri sayıları <2 ile 6,20 log kob/g arasında değışmiştir. Pastırma üzerinde yürütölen araştırmalarda laktik asit florasının geniş bir aralıkta değıştiğı tespit edilmiştir (Özdemir vd 1999; Aksu ve Kaya 2001a; Kaban ve Kaya 2006). Mevcut çalışmada laktik asit bakterilerinin kürlenmede kullanılan nitritten, güçlü bir şekilde etkilendiğı belirlenmiştir. Ayrıca kürlenme sıcaklığının 4°C’ye düşürölmesi de laktik asit bakteri sayısını etkilemiş ve bu sıcaklıkta sadece nitrat içeren bir grupta laktik asit bakterileri tespit edilebilmiştir (Çizelge 4.20). Bu durum laktik asit bakterilerinin kürlenme aşamasında nitrit tarafından iyi bir şekilde baskılandığını ve daha sonraki aşamalarda da gelişemediğini göstermektedir. Korkeala *et al.* (1992) tarafından yapılan bir araştırmada ortam şartlarına bağılı olarak laktik asit bakterilerinin nitritten etkilenebileceğı belirtilmiştir.

Çizelge 4.20. Farklı kürlenme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların laktik asit bakterileri sayısı (log kob/g)

Kürleme Sıcaklığı	Kürleme Ajanı	Blok	
		1	2
4°C	Nitrit	<2	<2
		<2	<2
	Nitrat	2,30	6,00
		4,00	6,20
10°C	Nitrit	<2	<2
		<2	<2
	Nitrat	4,56	<2
		4,64	<2

4.2.2. *Micrococcus/Staphylococcus*

Parça halde işlenen et ürünlerinde Gr (+), katalaz pozitif koklar (koagülaz negatif *Staphylococcus* ve *Kocuria*) ve laktik asit bakterileri iki önemli mikroorganizma grubudur (Lücke 1985). Bazı ürünlerde katalaz pozitif koklar genellikle hakim flora durumundadır. Pastırmada aside hassas bu mikroorganizmalar pH'nın da uygun olması nedeni ile iyi bir gelişme gösterebilmektedir (Kaban 2009; Kaya ve Kaban 2010). Farklı kürlenme sıcaklıkları ve kürlenme ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı Çizelge 4.21'de verilmiştir. Nitrat kullanılan ürünlerde nitrit kullanılan gruba göre mikrokok/stafilokoklar kısmen de olsa daha iyi bir gelişme göstermiştir.

Çizelge 4.21. Farklı kürlenme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı (log kob/g)

Kürleme Sıcaklığı	Kürleme Ajanı	Blok	
		1	2
4°C	Nitrit	5,96	6,15
		5,89	6,54
	Nitrat	6,23	6,81
		6,35	6,60
10°C	Nitrit	5,67	5,69
		5,68	5,81
	Nitrat	5,76	7,01
		6,25	6,70

Farklı kürlenme sıcaklığı ve kürlenme ajanı kullanılarak üretilen pastırmaların *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22’de verilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından kürlenme sıcaklığı *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı üzerine herhangi bir etki göstermemiştir ($P > 0,05$). Buna karşın kürlenme ajanı *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı üzerinde $P < 0,01$ düzeyinde etkili olmuştur. Kürlenme sıcaklığı x kürlenme ajanı interaksiyonunun ise bu mikroorganizmalar üzerinde önemli bir etkisi görülmemiştir ($P > 0,05$).

Çizelge 4.22. Farklı kürlenme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların *Micrococcus/Staphylococcus* sayısına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Kürlenme sıcaklığı	1	0,24	4,51
Kürlenme ajanı	1	1,17	21,92**
Kürlenme sıcaklığı x Kürlenme ajanı	1	0,13	2,37
Blok	1	0,77	14,55**
Hata	11	0,05	-
Genel	16	-	-

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

Kürlenme ajanı değişkenine ait *Micrococcus/Staphylococcus* ortalama sayılarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.23’de verilmiştir. Nitrat varlığında bu mikroorganizmalar daha iyi bir gelişme göstermiş ve nitrit ile nitrata ait ortalamala arasında 0,5 logaritmik birim civarında bir farklılık belirlenmiştir. Mikrokok ve stafilokoklar özellikle nitrat kullanılan proseslerde nitrat redüktaz aktivitelerinden dolayı büyük bir öneme sahiptir. Ayrıca bu mikroorganizmalar katalaz aktiviteleri ile peroksitleri parçalayarak oksidatif ransiditeyi engellemektedir. Ayrıca bu mikroorganizmalar proteolitik ve lipolitik aktiviteleri ile aroma oluşumuna da katkıda bulunmaktadır (Lücke 1985; Leistner 1985; Kaban *et al.* 2012; Kaya and Kaban 2010).

Çizelge 4.23. Kürlenme ajanı değişkenine ait *Micrococcus/Staphylococcus* ortalama sayılarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0.05$)

Kürlenme Ajanı	<i>Micrococcus/Staphylococcus</i>
Nitrit	5,92±0,30b
Nitrat	6,46±0,40a

Aynı sütunda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

4.2.3. Enterobacteriaceae

Farklı kürlenme sıcaklıkları ve kürlenme ajanları kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin tümünde Enterobacteriaceae sayısı saptanabilir sınırın altında (<2 log kob/g) bulunmuştur. Bu sonuç diğer pek çok araştırmacı tarafından da belirlenmiştir (El-Khateib *et al.* 1987; Özdemir vd 1999; Aksu and Kaya 2001b; 2002b; Kaban ve Kaya 2006; Kaban 2009)

4.2.4. Maya ve küf

Parça halde işlenen kuru kür edilmiş et ürünleri sıklıkla mayalar ile kontamine olabilmektedir. Farklı kürlenme sıcaklığı ve kürlenme ajanı kullanılarak üretilen pastırmaların maya-küf sayıları Çizelge 4.24’de, bu sayılara ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.26’da verilmiştir. Çizelge 4.24’den de görüldüğü üzere maya-küf sayısı genellikle 10^4 kob/g düzeyinde bulunmuştur. Pastırma gruplarının maya-küf sayısı üzerinde kürlenme sıcaklığı faktörü önemli ($P<0,05$), kürlenme sıcaklığı x kürlenme ajanı interaksyonu ise çok önemli ($P<0,01$) düzeyde etki göstermiştir. Kürlenme ajanının ise maya-küf sayısı üzerinde herhangi bir etkisi olmamıştır ($P>0,05$) (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.24. Farklı kürlenme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların maya-küf sayıları (log kob/g)

Kürleme Sıcaklığı	Kürleme Ajanı	Blok	
		1	2
4°C	Nitrit	4,84	4,26
		4,70	4,36
	Nitrat	4,78	5,57
		4,78	5,68
10°C	Nitrit	4,48	4,73
		4,65	4,85
	Nitrat	4,00	4,26
		4,20	4,40

Çizelge 4.25. Farklı kürlenme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların maya-küf sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Kürleme sıcaklığı	1	0,72	8,59*
Kürleme ajanı	1	0,04	0,48
Kürleme sıcaklığı x Kürleme ajanı	1	1,27	15,05**
Blok	1	0,18	2,10
Hata	11	0,08	-
Genel	16	-	-

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

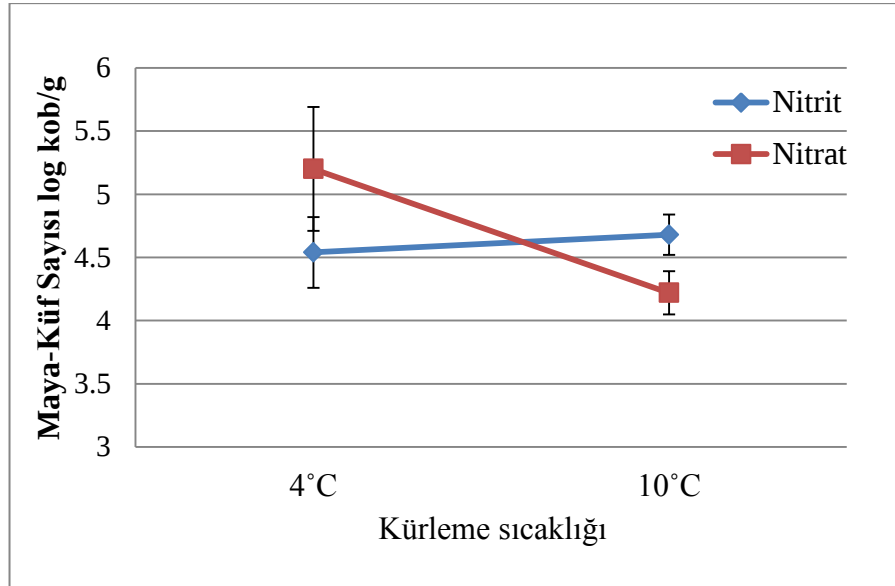
Pastırmaların maya-küf sayısı üzerinde önemli etkisi saptanan kürlenme sıcaklığı değişkenine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.26’da verilmiştir. Kürlenme sıcaklıklarına ait ortalamalar arasındaki fark 0,5 logaritmik birimden az olmasına rağmen istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.26. Kürlenme sıcaklığı değişkenine ait maya-küf sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0.05)

Kürleme Sıcaklığı	Maya-Küf
4°C	4,87±0,51a
10°C	4,45±0,29b

Aynı sütunda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Pastırmaların maya-küf sayısı üzerinde çok önemli etkisi saptanan kürlenme sıcaklığı x kürlenme ajanı interaksyonu Şekil 4.2’ de verilmiştir. 4°C’de nitrit, nitrata göre daha düşük bir ortalama sayı verirken, 10°C’de tam tersi bir sonuç ile karşılaşmıştır. 10°C’de nitrat redüktaz aktivitesinin daha yüksek olmasından dolayı üründe daha fazla nitrit bulunduğu ve bunun da mayaların gelişimi üzerinde az da olsa etkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim 10°C’ye göre 4°C’de nitrat redüktaz aktivitesinin daha düşük olmasından dolayı nitrat varlığında maya-küf sayısı daha yüksek bulunmuştur. Erdemir (2012)’de 6°C’de gerçekleştirdiği kürlenme işleminde nitrit seviyesinin maya-küf sayısında azalmaya neden olduğunu tespit etmiştir.



Şekil 4.2. Kürleme sıcaklığı x kürleme ajanı interaksyonunun maya-küf sayısı üzerine etkisi

4.3. Biyojen Amin Sonuçları

Biyojen aminler öncül amino asitlerinin genellikle dekarboksilasyonu sonucu oluşan bazik karakterdeki nitrojenli bileşiklerdir. Gıdalarda biyojen amin oluşumu sadece lezzet üzerindeki olumsuz etkelerinden dolayı değil hijyenik indikatör olmaları açısından da önem arz etmektedir (Lorenzo *et al.* 2007). Bu bileşikler potansiyel toksitelerinden dolayı insan sağlığı açısından da önem arz etmektedir. Fermente et

ürünlerinin olgunlaştırılması sırasında gerçekleşen enzimatik proseslerden biri olan proteoliz sonucunda oluşan serbest amino asitler biyojen aminlerin öncül maddeleridir. Serbest amino asit miktarının yanı sıra pH, a_w , tuz miktarı, sıcaklık, mikrobiyal yük ve amino asit dekarboksilaz aktivitesine sahip mikroorganizmaların varlığı biyojen amin oluşumunda önemli faktörlerdir (Gardini *et al.* 2001; Suzzi and Gardini 2003; Virgili *et al.* 2007; Stadnik and Dolatowski 2010; Özdestan ve Üren 2012).

Araştırmada farklı kütleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırma örneklerine ait biyojen amin içerikleri Çizelge 4.27’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi pastırma örneklerinde putresin diğer biyojen aminlere göre daha yüksek değerler vermiştir. Tiramin ve kadaverin ise diğer biyojen aminlere göre genellikle daha düşük değerler göstermiştir. Histamin ise düşük seviyelerde belirlenmiştir. İtalyan tipi kuru kür edilmiş ham üzerinde yapılan bir araştırmada ise analiz edilen örneklerde histamin belirlenemezken, kadaverinin çok düşük düzeylerde, tiramin ve putresinin ise yüksek seviyelerde olduğu belirlenmiştir. Aynı araştırmada putresin, tiramin ve kadaverin üzerinde olgunlaştırma süresi ile serbest amino asit miktarının etkili olduğu belirtilmiş ve ayrıca biyojen aminler ile proteolizinin göstergeleri (protein tabiatında olmayan azotlu madde ve serbest amino asit) arasında önemli bir ilişki olduğu da ileri sürülmüştür (Virgili *et al.* 2007). Portekiz tipi kuru kür edilmiş ham üzerinde yapılan bir araştırmada da putresin, kadaverin ve tiramin seviyelerinde olgunlaşmanın çok ileri dönemlerinde artışlar olduğu, spermin ve kadaverinin yüksek değerler verdiği, histamin ve spermidin içeriğinin ise genellikle düşük seviyelerde kaldığı belirtilmiştir. Ayrıca analiz edilen örneklerin tamamında belirlenen biyojen aminin sadece spermin olduğu ve olgunlaşma süresi ilerledikçe ortalama spermin seviyesinin azalma gösterdiği belirtilmiş ve bu sonucun mikroorganizmaların biyokimyasal reaksiyonlar için bu amini kullanmalarından kaynaklanabileceği vurgulanmıştır (Alfaia *et al.* 2004). Cordoba *et al.* (1994) ise Iberian ham’ın olgunlaştırılması sırasında spermin, spermidin, tiramin ve putresin içeriğinde benzer değişimler olduğunu vurgulamış ve toplam biyojen amin miktarının veya dolaylı olarak toksik etki gösteremeyecek kadar düşük seviyede olduğunu belirtmişlerdir. Pastırma belirlenen spermin, histamin, kadaverin ve tiramin miktarları (Çizelge 4.27) Portekiz tipi kuru kürlen et

ürününde belirlenen değerlerden daha düşük bulunmuştur (Alfaia *et al.* 2004). Ancak pastırmada belirlenen putresin miktarı bu üründe belirlenen miktardan daha yüksek çıkmıştır. Kuru kür edilen laconda da üretim prosesinin sonunda ortalama triptamin ve kadaverin miktarları sırasıyla 36.92 mg/kg ve 39.15 mg/kg olarak belirlenmiştir (Lorenzo *et al.* 2007). Bu ortalama değerler pastırmada belirlenen değerlerden oldukça yüksektir. Çizelge 4.27’de görüldüğü üzere en yüksek triptamin miktarı 24.31mg/kg, en yüksek kadaverin miktarı ise 4.22mg/kg’dır. Ayrıca Lorenzo *et al.* (2007) tarafından feniletilaminin hammadde de nadiren bulunduğu ve miktarının proses boyunca değiştiği belirtilmiştir. Pastırma örneklerinde ise feniletilamin belirlenememiştir.

Biyojen amin üreten mikroorganizmalar arasında Enterobacteriaceae familyası üyelerinin önemli role sahip oldukları ve Enterobacteriaceae sayısı ile yüksek kadaverin konsantrasyonu arasında doğrudan bir ilişki olduğu pek çok araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur (Suzzi and Gardini 2003; Gençcelep *et al.* 2008; Lorenzo *et al.* 2007). Lorenzo *et al.* (2007) İspanyol tipi kuru kür edilmiş laconda kadaverin için olgunlaştırma sonunda $35,55 \pm 5,88$ mg/kg düzeyinde bir ortalama değer tespit etmişler ve bu ortalama değer diğer araştırmacılar tarafından kuru kür edilmiş hamler için rapor edilen değerlerden daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Diğer taraftan Pechanek *et al.* (1983) tarafından Avusturya’da yapılan bir çalışmada parça halinde işlenen kuru kür edilmiş bir et ürünü (Westfälischer Schinken) histamin, putresin, tiramin ve feniletilamin içeriklerinin sırasıyla 38,2-271 mg/kg, 41,3-588mg/kg, 123-618mg/kg ve 0,1-215 mg/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar pastırmada belirlenen değerlerden oldukça yüksektir.

Alifatik bir biyojen amin olan kadaverinin pastırmada çok düşük seviyelerde bulunmasının, bu biyojen amini üreten Enterobacteriaceae familyası üyelerinin sayısının saptanabilir sınırın altında olmasından ileri geldiği düşünülmektedir. Pastırmada Enterobacteriaceae familyasının üyelerinin olgunlaşma sırasında canlılıklarını sürdüremedikleri ve sayılarının saptanabilir değerlerin altına düştüğü diğer pek çok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Aksu ve Kaya 2001b; 2002b; Kaban 2009; Kaban 2013). Pastırmada biyojen amin miktarlarının diğer parça

halinde işlenen kuru kür edilmiş et ürünlerine göre daha düşük çıkması bu ürünün üretim/olgunlaştırma süresinin daha kısa olmasından ileri geldiği düşünülmektedir.

Çizelge 4.27. Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların biyojen amin içeriklerine ait değerler

Sıcaklık	Ajan	Blok	Biyojen Amin							
			Triptamin	Feniletıl amin	Putresin	Kadaverin	Histamin	Tiramin	Spermidin	Spermin
4°C	Nitrit	1	14,94	t.e.*	48,78	2,32	6,44	5,85	10,47	14,75
		1	15,79	t.e.	42,37	t.e.	5,55	6,06	9,71	18,87
		2	13,98	t.e.	18,59	2,05	3,15	2,73	5,29	13,94
		2	13,49	t.e.	12,18	2,22	3,15	2,21	5,13	13,00
	Nitrat	1	21,51	t.e.	51,68	4,22	6,08	1,55	8,67	23,16
		1	18,81	t.e.	60,77	t.e.	5,62	1,45	9,21	12,36
		2	15,86	t.e.	15,87	1,97	3,32	1,03	5,22	13,76
		2	15,60	t.e.	19,62	1,77	3,03	1,28	5,84	6,04
10°C	Nitrit	1	14,97	t.e.	82,69	t.e.	5,29	11,65	11,76	8,83
		1	32,49	t.e.	67,77	t.e.	4,86	t.e.	11,70	13,95
		2	20,66	t.e.	24,61	2,01	3,04	1,94	6,35	11,13
		2	12,09	t.e.	8,13	2,32	3,07	2,29	6,46	12,46
	Nitrat	1	17,93	t.e.	78,92	3,84	6,98	3,01	5,80	16,97
		1	24,31	t.e.	85,50	t.e.	5,81	t.e.	3,73	3,70
		2	13,07	t.e.	20,99	t.e.	2,86	1,24	2,50	11,46
		2	13,85	t.e.	23,04	1,65	2,80	2,04	3,28	4,90

*t.e.: tespit edilemedi

Farklı kürleme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların biyojen amin içeriklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.28’de verilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından olan kürleme sıcaklığı incelenen biyojen aminlerden sadece putresin üzerinde çok önemli ($P<0,01$) düzeyde etki göstermiştir. Kürleme ajanı faktörü ise spermidin üzerinde aynı önem seviyesinde etkili olmuştur. Kürleme sıcaklığı x kürleme ajanı interaksyonu da spermidin üzerinde çok önemli ($P<0,01$) etkiye sahiptir.

Araştırma deneme planından da anlaşılacağı üzere iki tekerrürlü (1. ve 2. blok) olarak yürütülmüş ve her bir tekerrür için farklı karkas kullanılmıştır. Çizelge 4.28’de görüldüğü üzere hammadde farklılığı (blok) triptamin, putresin, histamin ve

spermidin üzerinde $P<0,05$ veya $P<0,01$ önem seviyelerinde etkili olmuştur. Yukarıda verilen Çizelge 4.27’den de anlaşılacağı üzere birinci blokta yer alan değerler ikinci bloktaki değerlere göre genellikle daha düşüktür. Spermidin ise spermine göre birkaç değer hariç her iki blokta da daha düşük değerler vermiştir. Et ürünlerinde biyojen amin oluşumunda, hammaddeden kaynaklanan mikroorganizmaların aktivitesi önemli rol oynamaktadır. Kür edilmiş et ürünlerinde ise düşük hammadde kalitesi, mikrobiyal kontaminasyon ve üretim ile depolama sırasındaki uygun olmayan koşullar nedeniyle bazı aminlerin yüksek miktarları ile karşılaşılabilir. Yüksek sıcaklık, yüksek pH ve düşük tuz konsantrasyonu serbest amino asit miktarını arttırmakta ve dolayısıyla biyojen amin oluşumunu teşvik etmektedir. Ancak enzimatik dekarboksilasyonu etkileyen faktörlerin öncül maddelerin mevcudiyetinden daha önemli olabileceği belirtilmektedir (Lorenzo *et al.* 2007).

Çizelge 4.28. Farklı kürlenme sıcaklıkları ve ajanları kullanılarak üretilen pastırmaların biyojen amin içeriklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Triptamin			
Kürleme sıcaklığı	1	23,50	1,08
Kürleme ajanı	1	0,40	0,02
Kürleme sıcaklığı x Kürleme ajanı	1	37,92	1,75
Blok	1	111,04	5,11*
Hata	11	21,73	-
Genel	16	-	-
Putresin			
Kürleme sıcaklığı	1	927,05	9,90**
Kürleme ajanı	1	164,29	1,75
Kürleme sıcaklığı x Kürleme ajanı	1	0,04	0,00
Blok	1	8810,17	94,07**
Hata	11	93,65	-
Genel	16	-	-
Kadaverin			
Kürleme sıcaklığı	1	1,40	0,58
Kürleme ajanı	1	0,40	0,17
Kürleme sıcaklığı x Kürleme ajanı	1	0,003	0,001
Blok	1	0,82	0,34
Hata	11	2,41	-
Genel	16	-	-

Çizelge 4.28. (devam)

	Histamin		
Kürleme sıcaklığı	1	0,17	0,72
Kürleme ajanı	1	0,24	1,03
Kürleme sıcaklığı x Kürleme ajanı	1	0,37	1,60
Blok	1	30,83	133,94**
Hata	11	0,23	-
Genel	16	-	-
	Tiramin		
Kürleme sıcaklığı	1	6,25E-006	0,00
Kürleme ajanı	1	27,91	3,60
Kürleme sıcaklığı x Kürleme ajanı	1	0,24	0,03
Blok	1	13,71	1,77
Hata	11	7,76	-
Genel	16	-	-
	Spermidin		
Kürleme sıcaklığı	1	3,96	4,18
Kürleme ajanı	1	31,98	33,75**
Kürleme sıcaklığı x Kürleme ajanı	1	23,28	24,57**
Blok	1	59,99	63,31**
Hata	11	0,95	-
Genel	16	-	-
	Spermin		
Kürleme sıcaklığı	1	65,93	2,83
Kürleme ajanı	1	13,29	0,57
Kürleme sıcaklığı x Kürleme ajanı	1	1,05	0,05
Blok	1	41,93	1,80
Hata	19	23,31	-
Genel	24	-	-

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

Pastırma örneklerinin putresin içeriği üzerinde önemli etkisi saptanan kürleme sıcaklığı değişkenine ait ortalama değerlerin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre 10°C kürleme sıcaklığı 4°C'ye göre daha yüksek değer vermiştir (Çizelge 4.29). 10°C'de kür edilen örneklerde 48,96±32,60 mg/kg, 4°C'kür edilen örneklerde ise 33,73±19,15 mg/kg düzeyinde bir ortalama değer belirlenmiştir. Bu sonucun muhtemelen 10°C'de kür edilen ürünlerde laktik asit bakteri ile mikrokok/stafilokokların daha iyi gelişmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim *Lactobacillus curvatus* ve *L.brevis* gibi *Lactobacillus* türleri ile *Staphylococcus carnosus* ile *S.epidermidis* gibi *Staphylococcus* türlerinin putresin

üreten mikroorganizmalar arasında olduğu belirtilmektedir (Beutling 1996). Uzun süreli bir olgunlaştırma sonucunda putresin içeriğinin 218 mg/kg'a kadar ulaşabileceği İtalyan tipi kuru kür edilmiş ham üzerinde yapılan bir araştırmada ortaya konulmuştur (Virgili *et al.* 2007).

Nitrit ile kür edilen örnekler nitrat ile kür edilen örneklere göre daha yüksek spermidin değerleri vermiştir (Çizelge 4.29). Bu sonuç muhtemelen putresinden spermidin oluşmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim putresinin spermidin için iyi bir prokürsör olduğu literatürde yer almaktadır (Karahana 2003; Smélá *et al.* 2003; Vidal-Carou *et al.* 2007). Córdoba *et al.* (1994) Iberian ham üzerinde yaptıkları çalışmada olgunlaştırma sırasında spermidinde önemli bir artış olmadığını, spermin miktarının ise düştüğünü belirtmiştir. Spermin ve spermidin poliaminleri taze ette doğal olarak bulunduğundan bu iki amine et ürünlerinde de rastlanmaktadır. Bu aminlerin miktarlarının olgunlaştırma sırasında değişmediği, ancak bazı mikroorganizmaların spermini azot kaynağı olarak kullanabildiği belirtilmektedir (Lorenzo *et al.* 2007). Diğer bir araştırmada ise spermidinin olgunlaştırma sırasında azalma eğiliminde olduğu ileri sürülmektedir (Virgili *et al.* 2007).

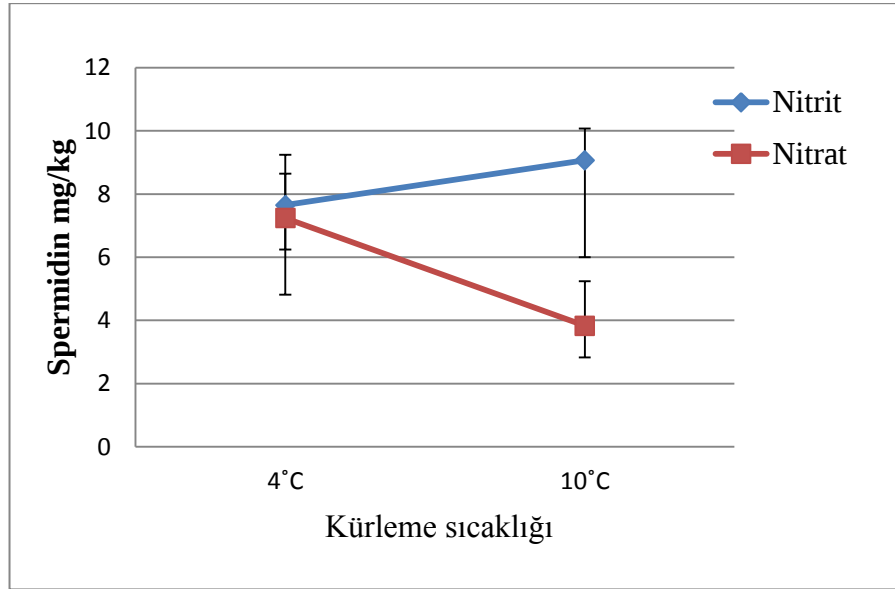
Çizelge 4.29. Kürleme sıcaklığı ve kürleme ajanı değişkenlerine ait biyojen amin değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0.05$)

Kürleme Sıcaklığı	Putresin
4°C	33,73±19,15b
10°C	48,96±32,60a
Kürleme Ajanı	Spermidin
Nitrit	8,36±2,84a
Nitrat	5,53±2,42b

Aynı sütunda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Pastırma örneklerinin spermidin miktarı üzerinde çok önemli ($P<0,01$) düzeyde etkisi belirlenen kürleme sıcaklığı x kürleme ajanı interaksyonuna ait grafik Şekil 3'de verilmiştir. Şekilden de görülebileceği üzere 4°C'de nitrat veya nitrit varlığında spermidin miktarları birbirine oldukça yakın iken 10°C'de nitrit varlığında spermidin miktarı artmıştır. Aynı kürleme sıcaklığında nitrat varlığında ise azalma

kaydedilmiştir. Muhtemelen bu sonuç, 4°C’de nitrit varlığında putresinden spermidin oluşmasından, 10°C’de nitrat varlığında ise spermidinin spermine veya putresine dönüşmesinden kaynaklanmaktadır (Vidal-Carou *et al.* 2007).



Şekil 4.3. Kürleme sıcaklığı x kürleme ajanı interaksyonunun spermin miktarı üzerine etkisi

5. SONUÇ

Geleneksel bir et ürünü olan pastırmada kürlenme ortam sıcaklığı ve kürlenme ajanı faktörlerinin ürünün biyojen amin içeriği ve diğer kalitatif özelliklerine kombine etkisinin değerlendirildiği herhangi bir çalışmaya literatürde rastlanılmamıştır. Mevcut bu araştırmada, pastırma üretimi için iki farklı kürlenme sıcaklığı (4°C veya 10°C) ve iki farklı kürlenme ajanı (150 ppm nitrit veya 300 ppm nitrat) faktör olarak seçilmiş ve bu faktörlerin pastırmanın biyojen amin içerikleri ile diğer bazı kalitatif özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada materyal olarak sığır karkasından elde edilen *M. Longissimus dorsi* kasları kullanılmıştır. Üretimde tuz seviyesi (NaCl) et ağırlığı üzerinden %5 olarak alınmış ve kürlenme karışımlarına %0,3 oranında sakkaroz ilave edilmiştir. Pastırma üretimi sıcaklık, nispi rutubet ve hava cereyanı otomatik olarak kontrol edilebilen bir klima ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Üretimden sonra her bir muamele grubuna ait pastırmalardan örnekler alınmış ve değişik analizlere tabi tutulmuştur. Araştırmada elde edilen verilerden aşağıda belirtilen genel sonuç ve önerilere varılmıştır.

1. Pastırma gibi parça halinde işlenen kuru kür edilmiş et ürünlerinde pH mikrobiyolojik stabilite açısından önemli bir parametre değildir. Ancak duyusal özellikler açısından pastırmada pH'nın 5,5'in altında olmaması sıklıkla vurgulanmaktadır. Mevcut bu araştırmada tüm örneklerde pH 5,5'in üzerinde bulunmuştur. Kürlenme sıcaklığı ve kürlenme ajanı pH değeri üzerinde az da olsa farklılıklara neden olmuştur.
2. Orta nemli et ürünleri grubuna dahil olan pastırmada a_w değeri önemli bir engel etken olup 0,90'nın altında bulunması gerekmektedir. Örneklerde a_w değeri 0,831 ile 0,866 arasında değişmiştir. İncelenen faktörlerin her ikisinin de a_w değeri üzerinde bir etkisi olmamıştır.
3. Pastırma üretiminde kullanılan potasyum nitrat endüstride de yaygın olarak kullanılan bir kürlenme ajanıdır. Sodyum nitrite de kürlenme karışımlarında yer

verilmektedir. Nitrat kullanılan proseslerde nitrat redüktaz aktivitesine sahip mikroorganizmalara nitrat redüktaz aktivitelerinden dolayı ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle bu mikroorganizmaların farklı kürlenme ortam sıcaklıklarında gelişme durumlarının ve etkilerinin araştırılması büyük önem arz etmektedir. Kürlenme sıcaklığı olarak 4°C'nin kullanılması durumunda 10°C'ye göre daha yüksek bir ortalama kalıntı nitrit değeri belirlenmiştir. Kürlenme ajanı olarak nitrat kullanılması ise nitrit kullanımına göre daha düşük kalıntı nitrit değeri vermiştir. Ancak tüm muamele gruplarında kalıntı nitrit seviyesi, 50 ppm olarak verilen sınır değerin çok altında bulunmuştur (<10 ppm). Bu sonuçlara göre her iki kürlenme sıcaklığı ve her iki kürlenme ajanı kalıntı nitrit açısından pastırma üretimi için uygun olmaktadır.

4. Lipit oksidasyonunun bir göstergesi olan TBARS değeri üzerinde hem kürlenme sıcaklığı hemde kürlenme ajanı çok önemli ($P<0,01$) düzeyde etkili olmuştur. Nitrat kullanımı TBARS değerini artırırken kürlenme sıcaklığının 4°C'ye düşürülmesi bu değeri düşürmüştür. Bu sonuç uçucu bileşiklerinde önemli bir kaynağı olan lipit oksidasyonunun 10°C'de ve nitrat varlığında daha hızlı cereyan ettiğini göstermektedir.

5. Proteolizinin bir göstergesi olan protein tabiatında olmayan azot (NPN) ve dolayısıyla da protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı üzerinde kürlenme ajanı etkili olmuş ve nitrat kullanımı bu miktarı artırmıştır. Kürlenme sıcaklığının ise protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı üzerinde herhangi bir önemli etkisi görülmemiştir.

6. Araştırmada renk ölçümü pastirmaların kesit yüzeylerinde ve dilimlenmiş (1,5 mm) pastırma örneklerinde gerçekleştirilmiştir. Kesit yüzey renk değerleri üzerinde faktörlerin önemli bir etkisi olmazken dilimlenmiş pastırmalarda L* değeri üzerinde kürlenme sıcaklığının, a* değeri üzerinde ise kürlenme ajanının istatistiki açıdan önemli etkisi belirlenmiştir. Kürlenme sıcaklığının 10°C'ye çıkarılması L* değerini, kürlenme ajanı olarak nitrat kullanımı ise a* değerini artırmıştır. Bu sonuçlara göre renk açısından 10°C ve nitrat iyi bir kombinasyon olarak ortaya çıkmaktadır.

7. Pastırmada arzu edilen bir flora olan laktik asit bakterileri üzerinde nitrit kullanımının olumsuz bir etkisi görülmüştür. Nitrit kullanılan örnekler her iki kütleme sıcaklığında da saptanabilir sınırın altında sayılar vermiştir.

8. Pastırmada arzu edilen diğer bir mikroorganizma grubu mikrokok ve stafilokoklardır. Pastırma üzerinde yapılan araştırmalarda katalaz pozitif bu mikroorganizmalar içerisinde koagülaz negatif stafilokokların önemli bir paya sahip olduğu ortaya konulmuştur. Bu mikroorganizmalar özellikle nitrat kullanılan proseslerde nitrat redüktaz aktiviteleri nedeni ile büyük önem arz etmektedir. Araştırmada *Micrococcus/Staphylococcus* sayısının nitrat varlığında daha iyi gelişme gösterdiği belirlenmiştir. Kütleme sıcaklığı da bu mikroorganizmalar üzerinde önemli bir etki göstermemiştir. Ancak 4°C’de bu mikroorganizmaların nitrat redüktaz aktivitesini gösterip göstermediği bu çalışma kapsamında değerlendirilmemiştir.

9. Enterobacteriaceae sayısı tüm muamele gruplarında saptanabilir sınırın altında bulunmuştur. Bu sonuç diğer pek çok araştırmada da ortaya konulmuştur. Dekarboksilaz aktivitesine sahip pek çok türü içeren bu familya üyelerinin sayısının düşük olması gıda güvenliği açısından oldukça önemlidir. Enterobacteriaceae sayısı pastırma için bir kalite kriteri olarak da değerlendirilebilir.

10. Pastırma örneklerinde maya-küf sayısı genellikle 10^4 kob/g düzeyinde bulunmuştur. 4°C’de nitrat, 10°C’de ise nitrit kullanılan gruplarda daha yüksek maya-küf sayısı belirlenmiştir. Bu sonucun, 10°C’de nitrat redüktaz aktivitesinin daha yüksek olmasından dolayı üründe daha fazla nitrit bulunmasından ve bunun da mayaların gelişimi üzerinde az da olsa etkili olduğundan ileri geldiği düşünülmüştür.

11. Pastırma örneklerinin tümünde biyogen aminler, parça halinde işlenen diğer et ürünlerine göre daha düşük düzeylerde bulunmuştur. Bu sonuç, pastırmanın diğer benzer ürünlere göre daha kısa bir üretim periyoduna sahip olmasından ileri gelmektedir. Hem kütleme sıcaklığı ve hem de kütleme ajanı triptamin, kadaverin,

histamin, tiramin ve spermin miktarları üzerinde önemli bir farklılığa neden olmamıştır. Putresin miktarı üzerinde kürlenme sıcaklığının, spermidin miktarı üzerinde ise kürlenme ajanının çok önemli etkisi belirlenmiştir. Feniletilamin ise pastırma örneklerinde belirlenememiştir.

Sonuç olarak; pastırma üretiminde kürlenme ajanı olarak potasyum nitrat kullanımının incelenen pek çok parametre açısından olumlu etki gösterdiği, 10°C'lik kürlenme sıcaklığının bazı parametreleri olumlu yönde etkilediği, 150 ppm NaNO₂ veya 300 ppm KNO₃'ün kürlenme ajanı olarak kullanılması durumunda kalıntı nitrit değerinin 10 ppm'in altına düştüğü, pastırmada biyogen amin oluşumunun sınırlı düzeyde gerçekleştiği, uygulanan proses şartlarında ve hijyenik koşullarda üretilen pastırmanın biyogen amin içeriğinin insan sağlığını tehdit edecek düzeylerin çok altında olduğu kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Akköse, A., 2012. Pastırmada kurutma karakteristikleri ile difüzyon katsayılarının belirlenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Akköse, A., Aktaş, N., 2014. Curing and diffusion coefficient study in pastırma, a Turkish traditional meat product. *Meat Science*, 96, 311-314.
- Aksu, M.İ., Kaya, M., 2002a. Potasyum nitrat ve starter kültür kullanılarak üretilen pastırmaların bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 26, 125-132.
- Aksu, M.İ., Kaya, M., 2001a. Some micribiological, chemical and physical characteristics of pastırma marketed in Erzurum. *Türk. J.Vet. Anim. Sci*, 25, 319-326.
- Aksu, M.İ., Kaya, M., 2001b. Pastırma üretiminde starter kültür kullanımının son ürün özellikleri üzerine etkisi. *Türk J Vet Anim Sci*, 25, 847-854.
- Aksu, M.İ., Kaya, M., 2002d. Farklı kürlenme yöntemleri ve starter kültür kullanılarak pastırma üretimi. *Turkish Türk J Vet Anim Sci*, 26, 909-916.
- Alfaia, C.M., Castro, M.F., Reis, V.A., Prates, J.M., Almeida, I.T.D., Correia, A.D., Dias, M.A., 2004. Changes in the profile of free amino acids and biogenic amines during the extended short ripening of Portuguese dry-cured ham. *Food Science and Tecnology International*, 10, 297-304.
- Alper, N., Temiz A., 2001. Gıdalardaki biyojen aminler ve önemi. *Türk Hij Den Biyol Derg*, 58(2), 71-80.
- Anıl, N., 1988. Türk pastırması; modern yapım tekniğinin geliştirilmesi ve vakumla paketlenerek saklanması. *Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 4(1), 363-375.
- Anonim, 2002. Pastırma Standardı. Pastırma. T.S. No: 1071/Şubat 2002. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2012. Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği. Sayı: 28488. Ankara.
- Anonim, 2013. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği. Sayı: 28693. Ankara.
- Armenteros M., Toldrá, F., Aristoy, M.C., Ventanas, J., Estévez, M., 2012b. Effect of the partial replacement of sodium chloride by other salts on the formation of volatile compounds during ripening of dry-cured ham. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 60, 7607-7615.
- Armenteros, M., Aristoy M.C., Toldrá, F., 2012a. 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.
- Beutling, D.M., 1996. Biogene Amine und Mikroben. In. *Biogene Amine in der Ernährung*. Hrsg. D.M. Beutling, ss. 59-103, Springer, Germany.
- Buscailhon, S., Berdague J., Gandemer G., Touraille C., Monin, G., 1994. Effects of initial pH on compositional changes and sensory traits of French dry-cured hams. *Journal of Muscle Foods*, 5, 257-270.
- 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).
- Córdoba, J.J., Rojas, T.A., González, C.G., Barrosa, J.V., Bote, C.L., Asensio, M.A., 1994. Evolution of free amino acids and amines during ripening of Iberian cured ham. *J. Agric. Food Chem.*, 42, 2296-2301.
- 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., Yalçın, S., Gürbüz, U., Güner, A., 2001. Sodyum ve potasyum nitratın depolama süresince pastırmanın kalitesine etkisi. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 17(4), 37-42.
- Eerola, S., Sagués, A.X.R., Lilleberg, L., Aalto, H., 1997. Biogenic amines in dry sausages during shelf-life storage. *Z Lebensm Unters Forsch A*, 205, 351-355.
- El-Khateib, Schmidt, T. und Leistner, U. L., 1987. Mikrobiologische Stabilität von Türkischer Pastırma. *Fleischwirtschaft*, 67 (1), 101-105.
- Erdemir, E., 2012. Pastırmanın serbest amino asit kompozisyonu ve diğer bazı kalitatif özellikleri üzerine farklı nitrit seviyelerinin etkisi. Yüksek lisans 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., Aristoy, M.C., Antequera, T., Barat J.M., Toldrá, F., 2009. Effect of prefreezing hams on endogenous enzyme activity during the processing of Iberian dry-cured hams. *Meat Science*, 82, 241-246.
- Flores, M., Gianelli MP., Pérez-Juan, M., Toldrá F., 2007. Headspace concentration of selected dry-cured aroma compounds in model systems as affected by curing agents. *Food Chemistry*, 102, 488-493.
- Garcia-Gil, N., Muñoz, I., Santos-Garcés, E., Arnau, J., Gou, P., 2014. Salt uptake and water loss in hams with different water contents at the lean surface and at different salting temperatures. *Meat Science*, 96, 65-72.
- Gardini, F., Martuscelli, M., Caruso, M.C., Galgano, F., Crudele, M.A., Favati, F., Guerzoni, M.E., Suzzi, G., 2001. Effects of pH, temperature and NaCl concentration on the growth kinetics, proteolytic activity and biogenic amine production of *Enterococcus faecalis*. *International Journal of Food Microbiology*, 64, 105-107.
- Geisen, R., Lücke, F., Kröckel, L., 1992. Starter and Protective Cultures for Meat and Meat Products. *Fleischwirtsch*, 72(6), 894-898.
- Genççelep, H., Kaban, G., Aksu, M.İ., Öz, F., Kaya, M., 2008. Determination of biogenic amines in sucuk. *Food Control*, 19, 868-872.
- Genççelep, H., Kaban, G., Kaya, M., 2007. Effects of starter cultures and nitrite levels on formation of biogenic amines in sucuk. *Meat Science*, 77, 424-430.

- Gökalp, H.Y., 1983. Et ürünlerinde nitrat, nitrit kullanımı ve nitrit zehirlenmesi. *Gıda Dergisi*, 8(5), 239-243.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Zorba, Ö., 2012. Et ürünleri işleme mühendisliği. Atatürk Üniversitesi yayın no:786, Ziraat Fakültesi yayın no: 320, Ders kitapları serisi No:70, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Zorba, Ö., Tülek, Y., 2010. Et ve et ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama klavuzu. Atatürk Üniversitesi yayın no:751, Ziraat Fakültesi yayın no:318, Ders kitapları serisi no:69, 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, 123-129.
- Hernández-Jover, T., Pulido, M.I., Nogués, M.T.V., Font, A.M., Carou, M.C.V., 1997. Biogenic amine and polyamine contents in meat and meat products. *J. Agric. Food. Chem.*, 45, 2098-2102.
- Honikel, K.O., 2007. Principles of Curing. In: *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.
- Huang, T.C., W.K. Nip, 2001. Intermediate-Moisture Meat and Dehydrated Meat. In: *Meat Science and Applications*, Hui, Y.H., W.K. Nip, R.W. Rogers and O.A. Young (Eds.). Marcel Dekker Inc., New York, ISBN: 9780824705480, pp: 403-418.
- IBM SPSS Statistics 20.0, 2011. *Statistical Package for the Social Sciences*, United States, Chicago.
- Ikonić, P., Tasić, T., Petrović, L., Škaljac, S., Jokanović, M., Mandić, A., Ikonić, B., 2013. Proteolysis and biogenic amines formation during the ripening of Petrovská klobása, traditional dry-fermented sausage from Northern Serbia. *Food Control*, 30, 69-75.
- 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., 2006. Pastırmadan katalaz potitif kokların izolasyonu ve identifikasyonu. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, Bolu.
- Kaban, G., Kaya, M., 2011. Volatile compounds of traditionally produced pastırma. *Fleischwirtschaft*, 91(4), 112-116.
- Kaban, G., Kaya, M., Lücke, F.K., 2012. Meat starter cultures. In: *Encyclopedia of Biotechnology in Agriculture and Food*, pp.1-4. Taylor&Francis, UK.
- Karahan, A.G., 2003. Gıdalarda biyojen aminler. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 1(5), 21-32.
- Kaya, M., Kaban, G., 2010. Fermente et ürünleri. *Gıda Biyoteknolojisi*. Editör Necla ARAN, ss. 157-190, Nobel Yayıncılık, İstanbul.
- Korkeala, H., Alanko, T., Tiisanen, T., 1992. Effect of sodium nitrite and sodium chloride on growth of lactic acid bacteria. *Acta Vet. Scand.*, 33, 27-32.
- Kurt, Ş., Zorba, Ö., 2008. Et ve et ürünlerinde biyojen aminler. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, Erzurum.

- Ladikos, D., Lougovois, V., 1990. Lipid oxidation in muscle foods. *Food Chemistry*, 35, 295-314.
- Landeta, G., Rivas, B.D.L., Carrascosa, A.V., Muñoz, R., 2007. Screening of biogenic amine production by coagulase-negative staphylococci isolated during industrial Spanish dry-cured ham processes. *Meat Science*, 77, 556-561.
- Lautenschläger, R., 2007. Rohpökelfleisch. Qualität von Fleisch und Fleischwaren. Band. Eds. W.Branscheid, K.O.Honikel, G.V. Lengerken and K.Troeger(Herausgeber), pp. 1003-1030, Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt am Main.
- Leistner, L. 1985. Allgemeines über Rohwurst und Rohschinken. In: *Mikrobiologie und Qualität von Rohwurst und Rohschinken*. Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 1-29.
- Leistner, L., 1988. Hurden-Technologie bei Fleischerzeugnissen und anderen Lebensmitteln. *Lebensmittelqualität Wissenschaft und Technik*. In R. Stufé (Ed.), *Wissenschaftliche Arbeitstagung "25 Jahre Institut für Forschung und Entwicklung der Maizena Ges. MbH"*, 323-340 in Heilbronn, 2. bis 4 März.
- Lorenzo, J.M., Prieto, B., Carballo, J., Franco, I., 2003. Compositional and degradative changes during the manufacture of dry-cured 'lacón'. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 593-601.
- Lorenzo, J.M., 2014. Changes on physico-chemical, textural, lipolysis and volatile compounds during the manufacture of dry-cured foal "cecina". *Meat Science*, 96, 256-263.
- Lorenzo, J.M., Franco, D., Carballo, J., 2014. Effect of the inclusion of chestnut in the finishing diet on volatile compounds during the manufacture of dry-cured "Lacón" from Celta pig breed. *Meat Science*, 96, 211-223.
- 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, 287-293.
- Lücke, F.K., 2007. Quality assurance plan. In: *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. Ed Fidel Toldrá, pp. 535-543, Blackwell Publishing Professional, USA.
- Marra, A.I., Salgado, A., Prieto, B., Carballo, J., 1999. Biochemical characteristics of dry-cured lacón. *Food Chemistry*, 67, 33-37.
- Martuscelli, M., Pittia, P., Casamassima, L.M., Manetta, A.C., Lupieri, L., Neri, L., 2009. Effect of intensity of smoking treatment on the free amino acids and biogenic amines occurrence in dry cured ham. *Food Chemistry*, 116, 955-962.
- Marušić, N., Vidaček, S., Janči, T., Petrak, T., Medić, H., 2014. Determination of volatile compounds and quality parameters of traditional Istrian dry-cured ham. *Meat Science*, 96, 1409-1416.
- Mey, E.D., Klerck, K.D., Maere, H.D., Dewulf, L., Derdelinckx, G., Peeters, M.C., Fraeye, I., Heyden, Y.V., Paelinck, H., 2014. The occurrence of *N*-nitrosamines, residual nitrite and biogenic amines in commercial dry fermented sausages and evaluation of their occasional relation. *Meat Science*, 96, 821-828.
- Mora, L., Fraser, P.D., Toldrá F., 2013. Proteolysis follow-up in dry-cured meat products through proteomic approaches. *Food Research International*, 54, 1292-1297.

- Nizamlioğlu, M., Doğruer, Y., Gürbüz, Ü., Kayaardı, S., 1998. Çeşitli çemen karışımlarının pastırma kalitesine etkisi I: kimyasal ve duyuşal nitelikler. Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences, 22, 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.
- Özdemir, H., Sireli, U.T., Sariahmetoğlu, B., İnat, G., 1999. Ankara'da tüketime sunulan pastırmalarda mikrobiyal floranın incelenmesi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 23(1), 57-62.
- Özdeştan, Ö., Üren A., 2012. Gıdalarda biyojen aminlerle ilgili yasal düzenlemeler. Gıda ve Yem Bilimi- Teknolojisi Dergisi, 9(12), 27-40.
- Öztan, A., 1999, Et Bilimi ve Teknolojisi. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tesisleri, Yayın no:19, Ankara.
- Palamutoğlu, R., Sarıçoban, C., 2012. Et ürünlerinde nitrat ve nitrite alternatif doğal kütleme maddeleri. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 7(3), 46-58.
- Papavergou, E.J., Savvaidis, I.N., Ambrosiadis, I.A., 2012. Levels of biogenic amines in retail market fermented meat products. Food Chemistry, 135, 2750-2755.
- Parthasarathy D.K., Bryan N.S., 2012. Sodium nitrite: The "cure" for nitric oxide insufficiency. Meat Science, 92, 274-279.
- Pechanek, U., Pfannhauser, W., Woidich, H., 1983. Untersuchung über den Gehalt biogener Amine in vier Gruppen von Lebensmitteln des österreichischen Marktes. Z. Lebensm Unters Forsch, 176, 335-340.
- Pérez-Juan, M., Flores, M., Toldrá, F., 2006. Generation of volatile flavour compounds as affected by the chemical composition of different dry-cured ham sections. Eur Food Res Technol, 222, 658-666.
- Pinna, A., Simoncini, N., Toscani, T., Virgili, R., 2012. Volatile organic compounds of Parma dry-cured ham as markers of ageing time and aged ham aroma. Ital. J. Food Sci., 24, 321-331.
- Purriños, L., Franco, D., Carballo, J., Lorenzo, J.M., 2012. Influence of the salting time on volatile compounds during the manufacture of dry-cured pork shoulder "locón". Meat Science, 92, 627-634.
- Rodendo-Solano, M., Valenzuela-Martinez, C., Cassada, D.A., Snow, D.D., Juneja, V.K., Burson, D.E., Thippareddi, H., 2013. Effect of meat ingredients (sodium nitrite and erytorbate) and processing (vacuum storage and packaging atmosphere) on germination and outgrowth of *Clostridium perfringens* spores in ham during abusive cooling. Food Microbiology, 35, 108-115.
- Ruiz, J., 2007. Ingredients. In: Handbook of Fermented Meat and Poultry. Ed Fidel Toldrá, pp. 59-76, Blackwell Publishing Professional, USA.
- Sagués, A.R., Eerola, S., 1997. Biogenic amines in meat inoculated with *Lactobacillus sake* starter strains and an amine-positive lactic acid bacterium. Z Lebensm Unters Forsch A, 205, 227-231.
- Santos, M.H.S., 1996. Biogenic amines: their importance in foods. International Journal of Food Microbiology, 29, 213-231.
- Smělá, D., Pechová P., Komprda, T., Klejdus, B., Kubán, V., 2003. Liquid chromatographic determination of biogenic amines in a meat product during fermentation a long-term storage. Czech J. Food Sci., 21(5), 167-175.

- 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.
- Stadnik, J., Dolatowski, Z.J., 2010. Biogenic amines in meat and fermented meat products. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 9(3), 251-263.
- Stadnik, J., Dolatowski, Z.J., 2012. Biogenic amines content during extended ageing of dry-cured pork loins inoculated with probiotics. *Meat Science*, 91, 374-377.
- Stalder, K.J., Berry, N.L., Hanson, D.J., Mikel, W., 2007. U.S. Products. In: *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. Ed Fidel Toldrá, pp. 377-386, Blackwell Publishing Professional, USA.
- Suzzi, G., Gardini, F., 2003. Biogenic amines in dry fermented sausages: a review. *International Journal of Food Microbiology*, 88, 41-54.
- Tasić, T., Ikonić, P., Mandić, A., Jokanović, M., Tomović, V., Savatić, S., Petrović, L., 2012. Biogenic amines content in traditional dry fermented sausage Petrovská klobása as possible indicator of good manufacturing practice. *Food Control*, 23, 107-112.
- Tekinşen, O.C., Doğruer, Y., 2000. Her yönü ile pastırma, Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- Toldrá F, Reig, M., 2007. Chemical Origin Toxic Compounds. In: *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. Ed Fidel Toldrá, pp. 469-476, Blackwell Publishing Professional, USA.
- Toldrá F., 1998. Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products. *Meat Science*, 49(1), 101-110.
- Toldrá F., Flores, M., Sanz, Y., 1997. Dry-cured ham flavour: enzymatic generation and process influence. *Food Chemistry*, 59(4), 523-530.
- 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.
- Tosukhowong, A., Visessanguan, W., Pumpuang, L., Tepkasikul, P., Panya, A., Valyasevi, R., 2011. Biogenic amine formation in Nham, a Thai fermented sausage, and the reduction by commercial starter culture, *Lactobacillus plantarum* BCC 9546. *Food Chemistry*, 129, 846-853.
- Triki, M., Jiménez-Colmenero, F., Herrero, A.M., Capillas, C.R., 2012. Optimisation of a chromatographic procedure for determining biogenic amine concentrations in meat and meat products employing a cation-exchange column with a post-column system. *Food Chemistry*, 130, 1066-1073.
- 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.
- Vidal-Carou, M.C., Veciana-Nogués, M.T., Latorre-Moratalla, M.L., Bover-Cid, S., 2007. Biogenic amines: risk and control. In: *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. Ed Fidel Toldrá, pp. 455-468, Blackwell Publishing Professional, USA.

- Virgili, R., Saccani, G., Gabba, L., Tanzi, E., Bordini, C.S., 2007. Changes of free amino acids and biogenic amines during extended ageing of Italian dry-cured ham. *LWT*, 40, 871-878.
- Wei, F., Xu, X., Zhou, G., Zhou, G., Li, C., Zhang, Y., Chen, L., Qi, J., 2009. Irradiated Chinese Rugao ham: Changes in volatile *N*-nitrosamine, biogenic amine and residual nitrite during ripening and post-ripening. *Meat Science*, 81, 451-455.

ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında Ağrı’da doğdu. 2004 yılında Ağrı Cumhuriyet İlköğretim Okulu’nda ilk öğretimini ve 2008 yılında Ağrı Anadolu Lisesi’nde orta öğretimini tamamladı. 2008 yılında Erzurum Atatürk Üniversite Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde lisans eğitimine başladı ve 2012 yılında mezun oldu. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda başlamış olduğu yüksek lisans eğitimini tamamladı.