



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
VETERİNER FAKÜLTESİ
BESİN HİJYENİ VE
TEKNOLOJİSİ
ANABİLİM DALI



SALAMLARDA FARKLI MİKTARLARDA SODYUM NİTRİT KULLANILMASININ KALİTE ÜZERİNE ETKİSİ

MERVE DOĞAN

(DOKTORA TEZİ)

BURSA-2022





T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
VETERİNER FAKÜLTESİ
BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ
ANABİLİM DALI



**SALAMLARDA FARKLI MİKTARLARDA SODYUM NİTRİT
KULLANILMASININ KALİTE ÜZERİNE ETKİSİ**

MERVE DOĞAN

(DOKTORA)

BURSA-2022

MERVE DOĞAN

BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI DOKTORA TEZİ

2022

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ETİK BEYANI

Doktora tezi olarak sunduğum
“Salamlarda farklı miktarlarda sodyum nitrit kullanılmasının kalite üzerine etkisi”
adlı çalışmanın, proje safhasından sonuçlanmasına kadar geçen bütün süreçlerde
bilimsel etik kurallarına uygun bir şekilde hazırlandığını ve yararlandığım eserlerin
kaynaklar bölümünde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir ve beyan ederim.

Merve DOĞAN
Tarih ve İmza

TEZ KONTROL ve BEYAN FORMU

30/11/2022

Adı Soyadı: Merve DOĞAN

Anabilim Dalı: Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı

Tez Konusu: Salamalarda farklı miktarlarda sodyum nitrit kullanılmasının kalite üzerine etkisi

<u>ÖZELLİKLER</u>	<u>UYGUNDUR</u>	<u>UYGUN DEĞİLDİR</u>	<u>AÇIKLAMA</u>
Tezin Boyutları	☒	☐	
Dış Kapak Sayfası	☒	☐	
İç Kapak Sayfası	☒	☐	
Kabul Onay Sayfası	☒	☐	
Sayfa Düzeni	☒	☐	
İçindekiler Sayfası	☒	☐	
Yazı Karakteri	☒	☐	
Satır Aralıkları	☒	☐	
Başlıklar	☒	☐	
Sayfa Numaraları	☒	☐	
Eklerin Yerleştirilmesi	☒	☐	
Tabloların Yerleştirilmesi	☒	☐	
Kaynaklar	☒	☐	

DANIŞMAN ONAYI

Unvanı Adı Soyadı: Prof. Dr. Gül Ece SOYUTEMİZ

İmza:

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYANI	I
TEZ KONTROL ve BEYAN FORMU	II
İÇİNDEKİLER	III
TÜRKÇE ÖZET	VI
İNGİLİZCE ÖZET	VII
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	9
2.1. Emülsifiye Et Ürünü	9
2.2. Emülsiyon Teknolojisi	9
2.3. Salam Tarihçesi.....	10
2.3.1. Salam Tanım	11
2.4. Salam Üretim Teknolojisi	11
2.4.1. Salam Hamurunun Hazırlanması	11
2.4.2. Salam Hamurunun Kılıflara Doldurulması	12
2.4.3. Ön Kurutma.....	12
2.4.4. Tütsüleme (Dumanlama).....	13
2.4.5. Haşlama (Pişirme).....	13
2.4.6. Soğutma ve Paketleme İşlemi	14
2.5. Hammadde	14
2.5.1. Et	14
2.5.2. Yağ	15
2.5.3. Su-Buz.....	16
2.5.4. Kullanılan Katkı Maddeleri ve Baharatlar	16
2.5.5. Baharatlar	17
2.5.6. Tuz	18
2.5.7. Şekerler	20
2.5.8. Bağlayıcı ve Dolgu Maddeleri	21
2.5.9. Askorbik Asit	21
2.5.10. Nitrit-Nitrat	22
2.6. Dünyada ve Ülkemizde Nitrit ve Nitratların Et Ürünlerinde Yasal Sınırlamaları	23
2.7. Et ve Et Ürünlerinde Nitrat/Nitrit Kullanılması.....	24
2.7.1. Et Ürününde Renk Üzerindeki Etkisi.....	25
2.7.2. Et Ürününde Lezzet Üzerindeki Etkisi	28

2.7.3. Et ürününde Antimikrobiyal Etkisi	29
2.7.4. Et Ürününde Antioksidan Etkisi	31
2.8. Nitrat Nitrit Dönüşüm Reaksiyonlar	31
2.9. Nitrit ve Nitratın İnsan Sağlığına Etkileri	33
2.10. Nitrozamin.....	35
2.10.1. Nitrozamin Oluşumu Etkileyen Faktörler	38
2.10.2. N-Nitroso Bileşikleri ve Kansere Oluşumuyla İlişkisi	42
2.11. Et ve Et Ürünlerinde Gıda Güvenliği için İndikatör Olarak Kullanılan Mikroorganizmalar.....	44
2.11.1. Aerobik Koloni Sayısı.....	44
2.11.2. Koliform Bakteriler ve <i>E. Coli</i>	44
2.11.3. <i>Mikrokoklar</i> ve <i>Stafilokoklar</i>	46
2.11.4. Maya ve Küfler	47
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	49
3.1. Gereç	49
3.1.1. Örnekler.....	49
3.1.2. pH Tayini	55
3.1.3. Kimyasal Analizler.....	55
3.1.3.1. Nişasta Tayini.....	55
3.1.3.2. Yağ Tayini.....	56
3.1.3.3. Rutubet Tayini.....	56
3.1.3.4. Tuz Tayini	56
3.1.3.5. Protein Analizi	56
3.1.3.6. Nitrit/Nitrat Tayini	56
3.1.4. Mikrobiyolojik Analizler	57
3.1.4.1. Laboratuvarında Kullanılan Katı, Sıvı Besi Yerleri ve Kimyasallar	57
3.1.4.2. Aerobik Koloni Sayısı.....	57
3.1.4.3. Koliform Sayısı	57
3.1.4.4. <i>Stafilokok</i> ve <i>Mikrokok</i> Sayısı	59
3.1.4.5. Maya-Küf Sayısı	60
3.1.5. Duyusal Analizler.....	60
3.1.6. Laboratuvarında Kullanılan Cihazlar	60
3.2. Yöntem.....	61
3.2.1. Deneysel Salam Üretimi ve Örnek Alınması	61

3.2.2. pH Analizi	62
3.2.3. Kimyasal Analizler.....	62
3.2.3.1. Yağ Analizi	62
3.2.3.2. Rutubet Analizi	63
3.2.3.3. Tuz Analizi.....	64
3.2.3.4. Protein Analizi	65
3.2.3.5. Nişasta Analizi	65
3.2.3.6. Nitrit/Nitrat Analizi	66
3.2.4. Mikrobiyolojik Analizler	69
3.2.4.1. Mikrobiyolojik Analizler İçin Numunelerin Hazırlanması.....	69
3.2.4.2. Aerobik Koloni Sayısı.....	70
3.2.4.3. Koliform Bakteri Sayısı ve <i>E. coli</i> İdentifikasyonu	70
3.2.4.4. Stafılakok ve Mikrokok Sayıları ve Koagülaz Pozitif <i>S. aureus</i> İdentifikasyonu.....	71
3.2.4.5. Maya- Küf Sayısı	71
3.2.5. Duyusal Analiz.....	71
3.2.6. İstatistik Analizi	72
4. BULGULAR	73
4.1. pH Değerleri.....	73
4.2. Kimyasal Analizler.....	73
4.2.1. Nişasta, Protein, Tuz, Yağ ve Rutubet Değerleri	73
4.2.2. Nitrit Analiz Sonuçları	74
4.2.3. Nitrat Analiz Sonuçları	77
4.3. Mikrobiyolojik Analizler	79
4.4. Duyusal Analiz Değerleri.....	86
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	87
6. KAYNAKLAR	111
7. SİMGELER VE KISALTMALAR	122
8. EKLER.....	123
9. TEŞEKKÜR	125
10. ÖZGEÇMİŞ.....	126

TÜRKÇE ÖZET

SALAMLARDA FARKLI MİKTARLARDA SODYUM NİTRİT KULLANILMASININ KALİTE ÜZERİNE ETKİSİ

Çalışmamızda, iki farklı miktarda (75 mg/kg ve 150 mg/kg) nitritli kürleme tuzu (NaNO_2) kullanılarak salam üretimi yapıldı. Salam numuneleri üretimin 1. aşamasında (salam hamuru), 2. aşamada (ön kurutma sonrası), 3 aşamada (haşlama sonrası), vakumla paketlenen salamların 4 °C'de 3 ay süreyle muhafaza sırasında her ay sonunda olmak üzere nitrit (NO_2^-) (NaNO_2) ve nitrat (NO_3^-) analizleri HPLC cihazı ile TS EN 12014-4 ve TS EN 12014-2 standartlarına göre yapıldı.

Birinci grup salamlarda, nitrit değerleri grup ortalaması üretim aşamalarına göre sırasıyla 72,00 mg/kg, 59,20 mg/kg, 54,00 mg/kg ve ikinci grup salamlarda 141,75 mg/kg, 126,57 mg/kg, 90,00 mg/kg'dir. Yapılan istatistik analizine göre, iki grubun üretim aşamaları arasındaki ortalama nitrit değerleri gruplar arası farkı önemli bulundu ($P<0,05$). Vakum paketiyle buzdolabında muhafaza edilen her iki grup salamın muhafaza aşamaları karşılaştırıldığında 1. ay muhafaza sonu elde edilen değerler de istatistiki olarak farklı bulundu ($P<0,05$). Mikrobiyolojik analizler, pH değerleri, kimyasal analizler ve duyuşsal test değerlerinde istatistiksel olarak gruplar arası farklılık anlamlı bulunmadı ($P>0,05$).

Türk Gıda Kodeksi (TGK)'nde salamlarda tüketime hazır son üründe nitrit miktarı ile ilgili bir sınırlandırma olmadığı için, tüketime hazır hale gelmiş ürünlerdeki değerlendirme ürüne eklenen 150 mg/kg limitini aşmayacak şekilde yapılabilmekte olup bu durum gerçeği temsil etmemektedir. Muhafaza sırasında bu değer daha da düşmektedir. Bu durumda TGK'de salamlarda son üründe bulunması gereken maksimum nitrat ve nitrit değerleri ile ilgili bir sınırlama getirilmesi uygun olacaktır. Ayrıca nitrit miktarı düşürülerek üretilen 1. grup salamlarda duyuşsal özellikler bakımından önemli bir fark olmadığı için salamlarda 150 mg/kg altında nitrit kullanımı gündeme getirilmeli ve bu değer TGK'nde uygulanması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Salam, nitrit, nitrat, gıda katkı maddesi, kalıntı miktarı.

İNGİLİZCE ÖZET

THE EFFECT OF USING DIFFERENT AMOUNTS OF SODIUM NITRITE IN SALAMI ON QUALITY

In our study, salami was produced using two different amounts (75 mg/kg and 150 mg/kg) nitrite curing salt (NaNO_2). Salami samples were collected at the 1st stage of production (salami paste), 2nd stage (after pre-drying), 3rd stages (after boiling), and nitrite (NO_2^-) (NaNO_2) and nitrate (NO_3^-) analyzes were performed with HPLC device according to TS EN 12014-4 and TS EN 12014-2 standards.

In the first group salamis, the nitrite values were 72,00 mg/kg, 59,20 mg/kg, 54,00 mg/kg, and in the second group salamis 141,75 mg/kg, 126,57 mg/kg, 90,00 mg/kg respectively, according to the production stages. According to the statistical analysis, the difference between the groups in the mean nitrite values between the production stages of the two groups was significant ($P<0.05$). When the storage stages of both groups of salami kept in the refrigerator with vacuum package were compared, the values obtained at the end of the first month of storage were also found to be statistically different ($P<0.05$). There was no statistically significant difference between the groups in microbiological analyzes, pH values, chemical analyzes and sensory test values ($P>0.05$).

Since there is no restriction on the amount of nitrite in the final product ready for consumption in salami in the Turkish Food Codex (TGK), the evaluation of the ready-to-eat product can be made without exceeding the 150 mg/kg limit added to the product, which does not represent the truth. During storage, this value drops further. In this case, it would be appropriate to impose a limitation on the maximum nitrate and nitrite values that should be present in the final product in salami in TGK. In addition, since there is no significant difference in sensory properties in the first group salami produced by reducing the nitrite amount, the use of nitrite below 150 mg/kg in salami should be brought to the agenda and it is recommended to apply this value in the TGK.

Keywords: Salami, nitrite, nitrate, food additive, residual level.

1. GİRİŞ

Beslenme, vücudun gereksinimi olan gıda türlerinin vücuda alınması ile bir takım metabolik reaksiyonlar sonrası vücutta kullanılmasıdır. Sağlığı korumak ve dengeli bir yaşam için besin öğelerinin yeterli miktarda, uygun zamanlarda ve belirli oranda vücuda alınması gerekir (Akder, Meseri, & Çakıroğlu, 2018). Yeterli, sağlıklı ve doğal beslenme ile vücudun gelişmesi, büyümesi, yenilenmesi ve sağlıklı bir şekilde çalışması için gerekli olan besin öğelerinin yeterince vücuda alınması ve vücutta metabolize edilmesi önemlidir. Temel besin grupları başlıca: Süt, yumurta, et, kuru baklagil grubu, tahıl grubu ve ekmek, sebze ve meyveden oluşmaktadır (Aydın, 2017). İnsanın büyümesi, gelişebilmesi ve sağlıklı olarak yaşam için bu öğelerden günlük alınması gereken belirli miktarda tüketmelidir (Sümbül, 2009).

Yaşamsal aktivitelerin düzenli gerçekleşmesi için gerekli olan besin öğeleri; proteinler, karbonhidratlar, yağlar, vitaminler, mineraller ve su olarak altı ana gruba ayrılmıştır. Bu besin maddeleri, işlev açısından birbiriyle direk ya da indirek ilişkilidir. Besin öğeleri birbiri ile etkileşim içinde olup; reaksiyonlarda tamamlayıcı ve yardımcı olarak düzenli çalışırlar. Bu yapının dengeli işlemesi için besin maddeleri ihtiyacı karşılayacak miktarda ve düzenli aralıklarda tüketilmelidir (Aydın, 2017).

İnsan metabolizması için gerekli tüketilecek besin maddelerinde; yaş, kilo, boy, cinsiyet, çalıştıkları sektör ve bağışıklık durumuna göre farklılıklar vardır. İnsan metabolizması için gerekli olan besin grupları hayvansal ve bitkisel kökenli gıdalardan temin edilir (Erbaş, 2016). Yeterli ve dengeli beslenmede hayvansal kökenli gıdalar arasında et ilk sırada yer alır (Erol, 2007). Et ve et ürünleri insanın gelişmesinde önemli bir rolü vardır ve besin içeriğinin çeşitliliği sayesinde dengeli, sağlıklı bir diyetin önemli bir parçasıdır (Baltic, & Boskovic, 2015).

Et; büyükbaş, küçükbaş, kümes ve av hayvanları, balık gibi çeşitli evcil veya yabani hayvanlardan elde edilir (Erol, 2007). Etin genel kimyasal bileşimi; %75 su, %20 protein, %3 yağ, %1 karbonhidrat, %1 mineral madde ve vitaminlerden oluşmaktadır (Aycan, 2011). Etin içerdiği proteinlerin biyolojik değeri yüksektir ve esansiyel aminoasitlerin yanı sıra A, B₁, B₂, B₆, B₁₂ ve E vitaminleri ile fosfor, potasyum, demir, sodyum, bakır, çinko gibi mineral maddeleri de kapsamından

dolayı insan beslenmesinde hayati öneme sahiptir (Erol, 2007). Yüksek aminoasit ve peptit içeriğine ek olarak biyoaktif hidrolizatlar, bağ doku bileşenleri, nükleotit ve nükleozitler, fitanik asit, konjuge linoleik asit ve antioksidanların da önemli bir kaynağıdır (Öztürk, & Serdaroğlu, 2017). Hayvansal kökenli gıda maddesi olarak et; insanlar için elzem olan fakat insan vücudunda sentezlenemeyen bazı aminoasitleri içerir. Önemli olan bu sekiz amino asit; lösin, valin, izolösin, metionin, lisin, treonin, fenilalanin, triptofan'dır (Türkmen, 2003). Bu amino asitler esansiyel amino asit olarak adlandırılır ve hayvansal gıdalarda, özellikle de ette yeterli ve dengeli miktarda bulunur. Etin beslenmede önemli olmasının nedeni; içeriğindeki proteinlerin yüksek miktarda ve kaliteli nitelikte olmasıdır (Aycan, 2011).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), günlük protein alım miktarını 0,66 protein/kg vücut ağırlığı olarak belirtmiştir (Değerli, 2020). Başka bir açıdan bakıldığında 50 kg ağırlığında olan bir insanın bir günde ihtiyaç duyduğu alması gereken kaliteli protein miktarı 33 g olarak hesaplanır (Değerli, 2020). Proteinlerin, karbonhidrat ve yağlardan sonra vücudun enerjisini karşılama görevleri de vardır. Hayvansal besin maddeleri gibi bitkisel besinlerde de protein mevcuttur fakat bitkisel kaynaklı besinler esansiyel amino asitlerin hepsini yeterli ve dengeli olarak bulundurmaz. Hayvansal gıdalarda bulunan proteinler, bitkisel gıdalardaki proteinlerden biyolojik yaralanımı daha fazladır (Karabudak, 2012). Hayvansal gıdaların tüketimiyle alınan proteinler beslenme için temel oluşturur. Proteinler, bütün canlıların en önemli yapı taşlarıdır, canlıların büyümeleri, üreyebilmeleri, kalıtsal özelliklerinin bir nesilden alt nesillere aktarılmasında, bazı hastalıklara karşı antikor üretme ve kanın pıhtılaşma mekanizması için önemlidir. Proteinler, vücudun yapısındaki enzimlerin ve hücrelerin oluşmasında görevlidir. Vücut hücrelerinin pek çok bölümü proteinlerden oluşur (Özcan, & Baysal, 2016).

Dünya da bir kişi için ortalama et tüketim miktarı 1997-1999 yılları arasında 36,4 kg/yıl iken 2030 yılında ön görülen miktar 45,3 kg/yıl'dır. Gelişme aşamasında olan ve sanayi ülkelerinde ise rakamlar sırasıyla 36,7 kg/yıl ve 100,1 kg/yıl miktarında belirtilmiştir. Bu ülkelerdeki et ürünleri üretim firmaları ve çiftçiler için büyümekte olan pazar için elverişli durum oluşur, fakat bu durum sağlıklı et, hijyenik ve et ürünlerinin güvenli ürün olarak işlenmesiyle pazarlanması gibi zorluklar/sorunlar da ortaya çıkarabilir (FAO, 2014a; FAO, 2014b).

Dünya nüfusunun sürekli artması ile birlikte gıda maddelerine olan talepte de artış mevcuttur. Görülen bu artış ile insan sağlığında ve beslenmesinde önemi olan et ve et ürünlerine olan tüketim talebi de paralel olarak artmıştır. Nüfus yoğunluğunun hızlıca artış gösterdiği ülkemizde de sağlıklı ve dengeli beslenme için kırmızı et ve et ürünleri tüketimi büyük önem taşır (Özbay Doğu, & Sarıçoban, 2015; Tosun, & Demirbaş, 2012). İnsanlar teknolojinin gelişmesi, kentleşme, seyahat etme, iş temposunun yoğunluğu, yalnız yaşama gibi faktörler sonucu gıda tüketimine ayrılan zaman daha da azalmaktadır. Fast-food sistemi gününü evden uzak geçiren insanların hem damak zevkine hitap etmekte hem de zaman darlığından doğan bu sorunlara hızlı yiyecek hazırlama tekniklerini ve fast-food servislerini geliştirerek çözüm aranmaktadır. Fast-food (ayaküstü beslenme, hızlı hazır yemek sistemi) gibi ifadelerle dilimizde yer almıştır (Elmacıoğlu, 1996). Hazır gıdalara talep gün geçtikçe artmaktadır. Çalışmakta olan kadın sayısının artması, ekonomik nedenler, ulaşım zorluğu, iş yoğunluğu gibi faktörler hazırlama zamanı kısa, kolay olan gıdaların tüketiminin artışıdaki temel faktörler arasındadır. İnsanların alıştıkları lezzete uygun ve geleneksel tattaki gıdaları tüketime hazır yemek olarak kolay ulaşılan gıda gruplarının daha çok tüketilmesine neden olmaktadır (Yalçın, & Can, 2013). Tüketim alışkanlıklarının değişmesi ve teknolojideki gelişmelere paralel olarak işlenmiş et ürünleri ve tüketimi oldukça yaygın bir hale gelmiştir. Bu doğrultuda, doğrudan tüketilebilen veya kısa sürede tüketime hazır hale getirilebilen et ürünlerine olan talebin de arttığı gözlenmektedir (Öztürk, & Serdaroğlu, 2017).

Türkiye’de et ürünleri içinde en fazla üretilen kırmızı et ürünleri ise sucuk, köfte, salam ve sosistir. Ürünler itibarıyla kapasite kullanım oranı, köfte için %33,6, fermente sucuk için %38,0, sosis için % 56,2, salam için %55,9 olarak gerçekleşmektedir (Tosun, & Demirbaş, 2012). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığının 2019-2020 et ve et ürünleri verilerine göre salam tüketimi, işlenmiş et ürünlerinin yaklaşık %25’ini oluşturmaktadır (Tarım Ürünleri Piyasaları Dana Eti Temmuz, 2020). Salam popüler bir gıda maddesidir. Salam, hazır yemek olarak tüketimde çiğ ya da pişirilerek tüketilmesine yönelik ilgi fazladır (Feng, & Sun, 2014).

Gıda hammaddelerinin hasatından sonra tazeliğini korumak ve raf ömrünü uzatmak, daha sonra işlenip tüketim aşamasına gelene kadar tuzlama, tütsüleme, kurutma ve fermentasyon gibi farklı gıda üretim teknolojisi işlemleri denenmiştir.

Eski çağlarda et ürünlerini kürlemek için odun tütsüsünden faydalanılmışken; gıda boyalarından ve baharatlardan yararlanma ise 3500 yıl kadar önce Mısırlılar zamanına kadar dayanır (Kaya Cebioğlu, & Önal, 2018). Kırmızı etler, taze olarak tüketilse de çeşitli işleme metotları uygulanmaktadır. Tütsüleme, salamura, emülsifiye etme gibi gıda üretim işlemleri bunlardan birkaçıdır. Emülsiyon teknolojisi, emülgatörler ve stabilizatörler aracılığıyla su ve hayvansal yağların homojen halde bir arada olmasını sağlayan bir et işleme yöntemidir. Sosis ve salam üretimi bu yönetime örnektir. Sosis ve salam gibi ilşenmiş et ürünleri kırmızı ete göre daha uzun raf ömrüne sahiptir (Karadal, & Ova, 2020).

Günümüzde gıdalar için kullanılan kimyasal maddeler 80000 adettir ve her geçen gün miktarları artmaktadır. Katkı maddeleriyle ilgili yasal düzenlemeleri dünyada Codex Alimentarius Committee (CAC), Food and Agriculture Organization (FAO), Katkı Maddeleri ve Kontaminantları Codex Komitesi (CCFAC) ve Ortak Gıda Katkı Maddeleri Uzman Komitesi (JECFA) uygularken ülkemizde ise Türk Gıda Kodeksi (TGK) Yönetmenliğine uygun olarak üretim ve denetimi yapılmaktadır (Kaya Cebioğlu, & Önal, 2018).

Et ürünlerinin raf ömrünü uzatmak, mikrobiyolojik güvenliğini sağlamak ve çeşitli ürünler üretmek için et ürünlerinin (örneğin sucuk, salam, pastırma, sosis, kavurma) farklı teknolojilerle işlenerek değerlendirilmesi için yaygın kullanılan yöntemlerden birisi de kürleme işlemidir (Candan, & Bağdatlı, 2018; Tekinşen, & Doğruer, 2000). Kürleme işlemi; nitrat, nitrit ve tuz gibi katkı maddeleri ve ürünün türüne özgü baharatların kullanılması ile üründe tat, aroma, lezzet, renk ve doku gibi özelliklerinin iyileştirilmesi, dayanıklılığının, raf ömrünün artırılması için uygulanan bir işlemdir (Candan, & Bağdatlı, 2018). Günümüzde tüm gıda ürünlerine katkı maddesi ilavesinden dolayı katkı maddesi içermeyen gıdayla yaşam maalesef mümkün olmaz hale geldi. Katkı maddeleri yaşamımızı kolaylaştırma ile avantaj olarak düşünülse de sağlık üzerine olumsuz etkilerinden dolayı da kaçınılmalıdır (Gültekin, & Akın, 2019).

Avrupa'da sodyum nitrat ve potasyum nitrat belli ürünlere tek başına veya kombine olarak katılırken; potasyum nitrit ve sodyum nitrit yalnızca tuzla kombine formda kullanılır. Nitratın nitrite dönüşmesi, antimikrobiyel etkinin nitritten oluştuğu ve n-nitrozo bileşiklerinin potansiyel karsinogenik etkileri ispatlanması sonucu nitrit

kullanımı genellikle 80-120 mg/kg düzeyinde belirli ürünlerde kürleme maddesi olarak ilave edilmektedir. Kürlenmiş ürünlerde aroma, üretimde kullanılan et ile nitrit arasında oluşan reaksiyonlar ile şekillenir. Bu çerçevede nitrik asidin aminoasitler üzerine dezamine edici etkisi asıl rolü oynar. Bu şekilde suda çözünen proteinlerin nitrit ve nitritin etin ayrılabilir bileşenleri ile reaksiyonu spesifik kürleme aroması oluşturur (Erol, 2007).

Farklı üretim teknolojileri ve kullanılan hammaddenin yapısı itibariyle sosis, salam ve sucuk taklit/tağşişe oldukça elverişli ürünlerdir. Hammaddenin ve et ürünlerinin fiyatları artması nedeniyle insan sağlığı önemsizmeden kötü, merdiven altı üretimler, ürünlerde hilelerde artmaktadır. Örneğin; tavuk ve hindi etlerinin eklenmesiyle üretilen ürünlerin etiketlerine %100 dana eti ibaresi yazılması, bozuk, tüketilemeyecek ürünlerin yeniden homojenizasyon işlemi ile tekrar tüketime sunulması gibi pek çok hile yapılabilmektedir. Bu hileler içinde bilinçli veya bilinçsiz olarak nitrat ve nitrit tuzlarının kullanıma izin verilen miktarların çok üzerinde kullanılması da tehlikelerden biridir (Sezer, Öğün, & Güven, 2013). Gıdalarda toksik dozda nitrit kullanılması; tecrübesiz çalışan, ihmal, tuz ikamelerinin veya benzer görünüme sahip diğer bileşenlerin hazırlanmasında dikkatsizlik sonucu nitritlerin kullanılması gibi nedenlerle meydana gelebilir. Bu maddenin uygun olmayan şekilde hazırlanması ve kullanılması ciddi bir halk sağlığı tehlikesi oluşturduğundan daha titiz kontrol sağlanmalıdır. Nitritin 200 mg ila 500 mg alımından sonra 20 dakika ila 3 saat arasında değişen bir süre içinde akut zehirlenme belirtileri ortaya çıkabilmektedir. Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) 2002 yılında, et ürünlerinde 50-100 mg/kg ilave nitrit (sodyum nitrit gibi) kullanımının mikrobiyolojik riskleri kontrol altında tutmak için yeterli olduğunu belirtmiştir (Cvetkovic, Zivkovic, Lukic, & Nikolic, 2019). EFSA, doz aşımı riskini önleyebilmek için % 50 sodyum klorür içeren nitrit bazlı katkı maddelerinin özel olarak kullanılmasını tavsiye etmektedir. Etin pembe rengi için çok daha az miktarda (1-14 mg/kg) nitrit gereklidir (Cvetkovic, Zivkovic, Lukic, & Nikolic, 2019).

Ülkemizde sevilerek tüketilen et ürünleri arasında özellikle gelişmekte olan çocukların çok tercih ettiği sevilen gıdalar arasında olan salam ve sosisin üretimden tüketime kadar her bir aşamada düzenli ve ciddi olarak izlenmesi ve denetlenmesi gereklidir. Üretimin eğitimli ve deneyimli çalışanlar tarafından, teknolojik ve

hijyenik koşullarda yapılması, tüketicilerin bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Halk sağığı açısından, kaliteli ve güvenilir ürünlerin elde edilmesi oldukça önemlidir. Nitrit kürleme tuzu salam ve sosis üretiminde alışılan rengin sağılanması ve mikrobiyolojik açıdan güvenilirliğıin oluşması için tercih edilmektedir. Türk Gıda Kodeksi'nde izin verilen limitlerde kullanıldığı sürece uygun şartlarda herhangi bir sağılık sorunu oluşturmayaacağı düşünölmektedir. Nitrat ve nitrit katkı maddelerinin izin verilen limitlerin üzerinde kullanımı ciddi sağılık sorunları oluşturmaktadır (Sezer ve ark., 2013).

Et ürünlerinde kullanılan nitrat ve nitritin büyük bir kısmı teknolojik işlemler esnasında reaksiyonlarla yıkıma uğrayarak başka kimyasal bileşiklere dönüşürler. İşlenmiş et ürünlerinde kullanılan nitrat ve nitritin birtakım zararlı etkilerinden dolayı kullanım miktarının sınırlandırılması ve devamlı piyasadaki ürünler ile üretici firmaların kontrol altında tutulması gereklidir (Kaya Cebioğlu, & Önal, 2018; Sancak, Ekici, & İşleyici, 2004). Nitrit, nitratlar ve pek çok antimikrobiyal etkisine sahip katkı maddelerinin sınırlı limitler içinde de et ürünlerinde kullanımına izin verilmektedir. Nitrit ve nitrat yerine kullanılabilecek alternatif maddeler hakkında son zamanlarda çalışmalar artmaktadır. Fakat nitrit ve nitrat halen et endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu katkı maddelerinin et ürünlerinde kullanım miktarları ve kalıntı seviyeleri için belirli limitler içinde olması gerekmektedir (Candan & Bağdatlı, 2018).

Daha sağılıklı ve fonksiyonel salamlara yönelik artan tüketici talebi, et ürünü işleyicilerini yeni içerikler kullanmaya teşvik etmektedir (Alirezalu ve ark., 2019). Son zamanlarda yapılan bilimsel çalışmalarda insan sağığı için beslenmenin doğrudan etkisi olduğu saptanmıştır. Bu etki sonucunda fonksiyonel gıdalara olan talep artmış ve fonksiyonel gıdalar hakkında araştırmalara odaklanılmıştır. Fonksiyonel gıdalar; temel besleyici özelliklerine ek olarak sağılık üzerinde olumlu etkiler oluşturan, sağılıklı metabolizmayı destekleyen gıdalardır. Bu gıdaların standart diyetle günlük alınmasının yanı sıra içeriğinin bazı işlemlerle konsantre bir şekilde üretilerek ya da diğer gıdalara etkin çeşitli maddeler katılarak da tüketim maddelerini diyetle ilave edilip alınabilir (Gibson, & Williams, 2000).

Bu çalışmadaki temel amaç; işlenmiş et ürünlerinin günümüzde yaygın olarak tüketilmesi ve salam üretiminde teknolojisi gereğı katılan ve kanserojen etkisi bilinen

nitrozamin oluşumuna neden olan nitrit tuzları kullanılması çalışmamızda salamın konu olarak seçilmesine neden olmuştur. Nitekim Türk Gıda Kodeksi salam üretiminde salam hamuruna 150 mg/kg miktarında nitrit tuzlarının kullanımına izin vermektedir. Günümüzde kadınların iş hayatına katılması aile için daha pratik beslenme yollarına başvurmaları ile özellikle gençlerin ve çocukların gıda tüketim alışkanlıklarının değişerek salam gibi hazır et ürünlerinin tüketiminin her geçen gün artması vücudumuza nitrit tuzlarının alımını da artırdığı bir gerçektir. Bu durum bizi salama teknolojik özelliklerini kazandırmak (renk, aroma gibi) için katılan nitrit tuzlarını azaltarak salam üretimini gerçekleştirmek böylece istenilen organoleptik özellikleri sağlayarak daha sağlıklı bir üretiminin gerçekleştirilip gerçekleştirilemeyeceğinin araştırılmasına yöneltmiştir. Tüketici açısından duyuşal özelliklerin ön planda olmasının yanı sıra halk sağlığı göz önünde bulundurularak ürünlerdeki genel mikrobiyolojik kriterler ve bazı kimyasal analizlerle de desteklenmiştir. Böylelikle üretici ve tüketici bilinci oluşturmak suretiyle daha sağlıklı ürün elde etmek ve bu ürünlere yönlendirilmesini sağlamaktır.

Ayrıca ülkemizde mevcut olan Türk Gıda Kodeksinde salam hamuruna katılan nitrit miktarları belirtilmesine rağmen bir dizi üretim aşamaları geçiren salam hamurundan tüketime hazır son ürün haline geldiğinde üründe bulunması gereken azami nitrit miktarına ait bir sınırlama mevcut değildir. Türk Gıda Kodeksine göre salamların nitrit miktarına uygun olarak üretilip üretilmediğini anlamak için satışa hazır haldeki son üründen analiz yapıldığında elde edilen verilerin salam hamuruna katılmasına izin verilen 150 mg/kg'dan daha üst limitlerde bir kalıntı miktarı olmaması şekilde değerlendirilmektedir (Türk Gıda Kodeksi Katkı Maddeleri Yönetmeliğı, 2019). Fakat salam üretiminde kullanılan nitrit tuzlarının bir dizi teknolojik işlem sonucu tüketime hazır son ürün haline geldiğinde indirgenerek daha düşük değerlerde olması beklenmektedir. Türk Gıda Kodeksine uygun olarak salam hamuruna katılan nitrit tuzlarının satışa hazır son üründe ve de buzdolabında (4 °C de) sıcaklığında de son tüketim tarihine kadar depolama süresi sonunda hangi miktarlarda kaldığının belirlenmesi ve bu veriler doğrultusunda Türk Gıda Kodeksine gerekli önerilerde bulunmaktır.

Bu amaçla; Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Et Ünitesi Biriminde 75 mg/kg ve 150 mg/kg nitritli kürlleme tuzu (NaNO_2) ilave edilerek

Üretilen salamların hamur karışımı, n kurutma sonrası (58-60 °C'de 10-20 dakika), son ürün (0. gün) aşamalarında ve buzdolabında (4 °C'de) 3 ay bekletilme süreleri sonunda (30. gün, 60. gün ve 90. gün) pH değeri, nitrit, nitrat ve diğer kimyasal analizler, mikrobiyolojik ve duysal analizleri yapıldı.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Emülsifiye Et Ürünü

Evcil çift tırnaklı hayvanlardan temin edilen etlerden ya da kanatlı hayvanların etlerinden emülsiyon teknolojisi kullanılarak oluşan hamur karışımının yapay veya doğal kılıflara doldurulup ısıtılma işlemine tabi tutulan et ürünüdür. Ülkemizde emülsiyon teknolojisi uygulanarak şekil ve boyut bakımından sosis ve salam olmak üzere iki çeşit ürün yapılmaktadır (Aslan, 2013). Sosis ve salam gibi emülsifiye et ürünleri, dünya çapında ve ülkemizde sevilen ve tüketimi fazla olan et ürünleri içindedir (Uran, 2018).

2.2. Emülsiyon Teknolojisi

Farklı türde işlenmiş et ürünleri; kütleme, konserve, kavurma ve fermentasyon gibi farklı teknolojik işlemler uygulanarak elde edilir. Emülsiyon teknolojisi: sosis-salam gibi emülsifiye et ürünü üretilmesi, et proteinleri, su ve tuz karıştırılarak bir protein filmi haline getirilip daha sonra yağın ortama eklenmesiyle oluşan filmin yağ zerreciklerini çevrelemesi ile oluşur. Gıda endüstrisinde kullanılan temelde iki tip emülsiyon vardır, bunlar su içinde yağ (Y/S) ve yağ içinde su (S/Y) emülsiyonlarıdır. Et emülsiyonları su içinde yağ (Y/S) emülsiyon çeşidine dahil edilir. Et emülsiyonları kesikli (süreksiz, discontinuous) ve sürekli (devamlı, continuous) olarak tanımlanan iki fazdan oluşmaktadır. Sürekli faz su ve suda çözünebilen bileşikler oluşturur, kesikli faz et yağları ya da diğer kaynaklardan gelen yağlardan oluşur. Miyofibriller proteinler et emülsiyonu oluşumunda, su ile yağı birbirine bağlar ve özellikle de tuzlu suda çok iyi çözünebilirler. Homojen, kararlı bir emülsiyon oluşturmak için reaksiyonda bir emülgatör madde bulunmalıdır. Et emülsiyonlarında kullanılan emülgatörler, birbirine karışmayan yağ ve suyu bir arada tutarak emülsiyonun stabilitesini sağlamaktadır. Salam-sosis emülsiyonlarında emülgatör olarak et proteinleri görev alır. Emülsiyon kapasitesinde et proteini olan aktin ve miyozin etkisi önemlidir. Protein kaynağına ek olarak Na-kazeinat, süt tozu veya diğer süt orijinli protein

türleri de kullanılabilir. Etteki mevcut proteinler, fosfolipitlerle beraber, ürün içerisindeki yağı kolaylıkla emülsifiye edebildiği ve üründe iyi bir emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi sağlayabildiğinden dolayı sosis ve salam emülsiyonlarının oluşturulmasında dışarıdan emülgatör madde katılmasına ihtiyaç duyulmamaktadır (Alagöz, Can, & Sarıçoban, 2019; Karayel, & Karakaya, 2000).

2.3. Salam Tarihçesi

Latince’de tuzlanmış ve sonra muhafaza edilmiş anlamına gelen “salsus” kelimesinden gelmektedir. Salsus kelimesi o zamanlar için; et, kan ve et kırıntılarının çeşitli baharat ve katkı maddeleriyle karıştırılması hayvan midelerine doldurulması ile elde edilen ürünlere verilen isimdi. Sosise ait ilk kayıtlara, M.Ö. 9. yy.’da Homer tarafından yazılmış “Odyssey” eserinde rastlanılmıştır. M.Ö. 500 yıllarında yazılmış Yunan oyunu “The Orya” adlı eserde sausage ve salami kelimelerine rastlanmaktadır. Günümüzde kullandığımız “salam” kelimesi ise Kıbrıs’ın doğu kıyısındaki “Salamis” isimli kasabadan köken aldığı düşüncesi ön plandadır. Salami, buradan İtalya, Fransa, Macaristan, Almanya, Danimarka ve İspanya’ya yayılmıştır. Bugün bu ülkelere özgü çok değişik görünüm ve formülasyonda sosis ve salam üretilmektedir (Gökalp ve ark., 1999).

Günümüzde dünyada 250 kadar değişik şekil, tip, boyut ve yapıda salam ve sosis üretilmektedir. Fakat formülasyon, çeşni ve üretimdeki teknolojik farklılıklar sonucu üretilen salam ve sosis türü birkaç bini bulabilmektedir. Dünya’da ‘sausage’ terimi adı altında farklı teknolojiler kullanılarak üretilen çok çeşitli ürünler olmasına rağmen Türkiye’de sausage olarak adlandırılan et ürünleri; emülsiyon teknolojisi kullanılarak elde edilen hamurun kılıflara doldurulmasından sonra dumanlama ve pişirme işlemleri uygulanması sonucu elde edilir (Yörük, 2012).

Eşsiz tadı olan salamlar, dünyadaki et tüketicilerinin büyük bir kısmı tarafından popülerdir. Bununla birlikte, salam dolgusu, mikroorganizmaların tüm salam matrisi boyunca dağılabildiği, kıyılmış etten oluştuğu için bunlar bozulabilir gıda maddeleridir. Tüketime hazır pişirilmiş salamlara ilginin artması sonucu hazır yemek üreticilerine alternatif gıda maddesi seçeneği oluşturur (Feng, & Sun, 2014). Yüksek besin değerine sahip olmasının yanı sıra ekonomik, maliyetinin düşük olması

bu ürünlerin çok tercih edilir hale getirmektedir. Ancak günümüzde tüketicilerin bilinçlenmesi ile birlikte, bazı ürünlerde kullanılan tartışmalı birtakım katkı maddeleri hakkında bilinç artmıştır (Uran, 2018).

2.3.1. Salam Tanım

Türk Standartları Enstitüsü Salam Standardı (TSE-TS 979/2017)'na göre salam: “kasaplık büyükbaş, küçükbaş veya kanatlı hayvan karkas etleri ve yağlarının baharatlar, kıvam arttırıcılar, aroma oluşturan maddeler ve katkı maddeleri ile homojen karışımı ve emülsifikasyonu oluşturulması, elde edilen hamura istenilen türe göre çeşni eklenmesinden sonra doğal ya da yapay kılıflara doldurulduktan sonra tütülenip üretim teknolojisine göre ısıtma işlemi uygulaması ile elde edilen üründür”. Üretim farklılığına ve içeriğine göre farklı isimler altında salam çeşitleri üretilmektedir.

Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2018/52)'ne göre: “Isıtma işlemi uygulanmış et ürünleri fermantasyon, kürlenme, marinasyon gibi işlemler uygulanarak veya uygulanmaksızın üretilen ve ısıtma işlemi tabii tutulan et ürünleridir”. Söz konusu ısıtma işlemi; ürünün merkez sıcaklığının en az 72 °C'ye ulaşması durumudur. Emülsifiye et ürünleri; evcil tırnaklı hayvan etleri ya da kanatlı hayvan etlerinden elde edilen emülsiyon işlemi uygulanan hamurun doğal veya yapay kılıflara doldurulup ısıtma işlemi uygulanması sonucu oluşan et ürünüdür.

2.4. Salam Üretim Teknolojisi

2.4.1. Salam Hamurunun Hazırlanması

Salam için uygun özellikteki kırmızı etten kıyma hazırlanır (7'lik ayna ile çekilir). Tuz, baharat, katkı maddeleri ile kullanılacak buzun veya soğuk suyun yarısı ($\frac{1}{2}$) karışıma ilave edilir. Karışımın sıcaklığı 3-5 °C'ye çıkıncaya kadar kuterlenir. Yağ ilave edilir, ayrıca kıvam arttırıcı süt tozu ya da soya proteini kullanılacaksa karışıma eklenir. Hamurun sıcaklığı emülsiyon için önemlidir ve en fazla 15-16°C'

ye çıkana kadar kuterlenir. Kalan buz ya da soğuk suyun ½'si (yarısı) hamura ilave edilir yeniden hamurun sıcaklığı 15-16 °C' ye çıkana kadar kuterlenir. Bağlayıcı amaçla un veya nişasta kullanılacaksa hamura eklenir ve kuterlenir. Soğuk suda eritilmiş askorbik asit hamura eklenir ve homojenizasyon için birkaç devir daha kuterlenir.

Hamur elde etme işleminde meydana gelen sıcaklığın emülsiyonun şekillenmesinde önemli bir faktördür. Emülsiyonun en iyi elde edildiği sıcaklık 11-13 °C'dir, dolayısıyla hamur sıcaklık maksimum 16 °C, minimum 3 °C olması idealdir. Yapılan bazı araştırmalara göre; sıcaklığın artmasıyla proteinlerin denatürasyonunun şekillenmesi, bazılarında göre ise artan sıcaklık ile hamurda farklı fiziko-kimyasal reaksiyonların oluştuğu ve bu bileşiklerden dolayı emülsiyon oluşumunun engellendiği vurgulanmaktadır. Bu nedenle emülsiyon oluşumunda meydana gelebilecek sıcaklığı önlemek amacıyla soğuk su veya buz kullanılmaktadır. Sıcaklık artarsa yağlar bıçaklara ve kutere yapışır, erir ve hamurun yüzeyinde toplanarak sorunlara neden olur (Aslan, 2013).

2.4.2. Salam Hamurunun Kılıflara Doldurulması

Hazırlanan salam hamuru kuterden basınç veya vakum prensibine göre çalışan dolum makinesine aktarılır. Doğal veya yapay kılıflara doldurulur. Kılıf uzunluğu veya ağırlık esas alınarak porsiyonlama yapılır. Elle çevirmek sureti ile büküm yapılabilirdi gibi, bu işlem doldurma ve büküm makineleri ile otomatik olarak da yapılabilir. Doldurma işlemi seri bir şekilde ve soğuk bir ortamda yapılmalı ve aynı dizi salamlar eşit uzunlukta olmalı. Belirli sayıdaki ve eşit uzunlukta salamlar metal çubuklara asılarak birbirine değmeyecek şekilde özel tekerlekli arabaya yerleştirilir. Basınçlı su ile yüzeylerindeki bazı bulaşmalar duşlama ile kısmen uzaklaştırılır (Gökalp ve ark., 1999)

2.4.3. Ön Kurutma

Salam ön kurutma, dumanlama ve haşlama (pişirme) için özel fırına alınır. İlk sırada ön kurutmaya tabi tutulur. Ön kurutma 58-70 °C' de 10-30 dakika süresince

uygulanan ısıt ışlemidir. Salamlara dumanlama işleminden önce yüzey neminin giderilmesi için ön kurutma işlemi uygulanır. n kurutma ile yüzey neminin giderilmesi yanında, hafif kabuk oluşumu sağlanır, ayrıca dumandaki bileşenlerin ürünün yüzeyinde aşır ıbirikimi ve duman kokusu da nlenmiş olur. Eğer sıvı duman uygulanmış ise dumanlama işlemi yapılmaz ve n kurutma süresi biraz daha uzun tutulur (Anar, 2012; Aslan, 2013).

2.4.4. Tütsüleme (Dumanlama)

Dumanlama (tütsüleme) 65-78 C’de 25-60 dk sürer, salamlar kendilerine has rengi alıncaya kadar uygulanır. Dumanın bileşiminde bakterisid ve fungusid etkili kimyasal maddeler bulunmaktadır. rn sevilen tipik karakteristik tat ve kokusu oluşmasını sağlar. Günümüzde değişik duman ve dumanlama şartlarında 250 civarında bileşiğin varlığı bilinmektedir. Dumanın bileşiminde organik asitler, fenoller, alkoller, karboniller, hidrokarbonlar, reçineler vb. bulunmaktadır. Karboniller içerisinde özellikle formaldehit, duman bileşenleri içerisinde en önemli ve büküm makineleri ile otomatik olarak da yapılabilmektedir. Tts; kaynağından elde edilen tütsü aromasının tekniğine uygun olarak farklı sıcaklık ve srelerde ürün yüzeyine uygulanması işlemini ifade eder (Anar, 2012; Aslan, 2013).

2.4.5. Haşlama (Pişirme)

Pişirme (haşlama) 74-85 C’de 10-20 dakika süre ısıt işlem ya da salamlarda merkez sıcaklığı 72 C olana kadar uygulanır. Haşlama işlemi basınçlı sıcak su ile ya da haşlama kazanlarında yapılır. Modern işletmelerde n kurutma, dumanlama ve haşlama işlemleri kombine fırınlarda geçişli olarak yapılır. n kurutma dumanlama ve haşlama işleminde uygulanan sıcaklık ve sreler salam türüne, salam çapına, fırın veya klimalı odaların ürünle doluluk durumuna göre değişiklik gösterebilir. Salam retiminde pişirme işleminin temel amaçları: proteinlerin koagülasyonu ve kısmi bir dehidrasyon oluşmasından sonra salamda; stabil (kararlı) bir tekstür yapı oluşması, ürünün pastörizasyonu, myoglobin pigmenti denatürasyonu sonrası nitrosohemokrom bileşiği sayesinde kürlenen salama özgü rengin sabitlenmesi, ürünün raf ömrünün

uzatılması gibi özellikler ortaya çıkar. Belirli sıcaklık ve sürede pişirilen salamlarda, bakteri endosporları haricinde, mikroorganizmaların tümüne yakın bir kısmının yıkımlanması için yeterli düzeyde bir ısı işlem uygulanmaktadır. Salama özgü pişmiş aroma, tat ve lezzet kazandırmak, tüketime hazır hale getirilir (Anar, 2012).

2.4.6. Soğutma ve Paketleme İşlemi

Isıl işlem uygulanan salamların hızlıca soğutulması ürün kalitesi ve görünüm için önem teşkil eder. Bu amaçla salamlar asılı bir şekilde özel duşlama odalarına alınır ve 10-15 dakika süre ile soğuk su ile duşlanarak merkezi sıcaklıklarının 5 °C'nin altına düşmesi sağlanır. Sularının süzülmesi tamamlandıktan sonra sosisler 2-4 °C'deki soğuk ortamda alınarak tamamen kuruması sağlanır. Gaz ve su buharı geçirgenliği çok düşük olan ambalaj materyali ile vakumla ambalajlanıp soğuk depoda muhafazaya alınır (Anar, 2012).

2.5. Hammadde

2.5.1. Et

Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2018/52)'nde “çiğ kırmızı et; vakum ambalajlı veya kontrollü ortamda ambalajlanmış kırmızı et dahil soğutma, dondurma veya hızlı dondurmadan başka herhangi bir muhafaza yöntemine tabi tutulmamış olan çiğ et” olarak tanımlanmıştır.

Salam-Sosis Üretiminde Kullanılacak Ette Aranacak Özellikler:

Salam ve sosisler emülsiyon teknolojisi ile üretilir. İyi bir emülsiyon elde etmek için sıcak et; yüksek ATP içeren, rigor mortis şekillenmemiş ve pH değeri yüksek olan et kullanımı üretim teknolojisi için tercih edilir. Sıcak et; yüksek miktarda ATP içeren, pH değeri 6-6,5 arasında ve özellikle su tutma özelliği (STÖ) yüksek olan ettir. Sıcak ette miyofibriller protein olan akto-miyosin kompleksi ATP'nin etkisiyle aktin ve miyosin şeklinde ayrılır. Ayrılma sonucunda aktin ve miyosin filamentleri arasında oluşan boşluklara kolayca su bağlanabilir.

Salam-sosis üretiminde tercihen su bağlama yeteneği yüksek donmuş etler de kullanılabilir. Bu etler sıcak halde yani kesimden sonraki ilk 4-6 saat içinde rigor mortis oluşmadan önce 6-8 cm büyüklüğünde parçalanıp -18 °C ya da daha düşük sıcaklıklarda muhafaza edildiğinde STÖ korunmuş olur. Bu yapıda ATP'nin parçalanması engellendiğinden yüksek ATP'ye sahiptir. Bu etler donmuş olarak kutere konulur ve hemen kuterleme işlemine başlanır (Anar, 2012; Aslan, 2013).

Salam-sosis üretiminde eğer soğuk et (ATP oranı azalmış, rigor mortis tamamlanmış, olgunlaşmış ve pH değeri 5,2-5,6 olan et kullanılacaksa mutlaka su bağlama yeteneğini arttıran maddeler örneğin fosfatlar kullanılabilir. Aksi yönde iyi bir emülsiyon elde edilemeyebilir (Anar, 2012; Aslan, 2013).

2.5.2. Yağ

Yağ, hem ete bağlı olarak hem de salam formülünde ayrıca ilave edilir. Taze temiz kuyruk yağının kullanımı daha uygundur. Kabuk yağı, iç yağ ve kemik iliği yağı da kullanılmaktadır. Karışıma dışarıdan yağ ilavesinde miktar %16-20 civarında olur. Kullanılan yağ, ürüne belirli bir tat ve lezzet kazandırması, ürüne belli bir gevreklik vermesi ve üretim maliyetini düşürmesi açısından ekonomik katkısı gibi fonksiyonları vardır.

Ülkemizde salam formülünde yağ çeşidi olarak gömlek yağı, kuyruk yağı, sığır sırt yağı veya bir miktar böbrek yağı kullanılır. İyi emülsiyon için doymuş kısa zincirli yağ asitleri ile bunların trigliseridleri içeren iç yağ ve çöz yağları kullanılmamalıdır. Bu yağlar çok yüksek erime noktasına sahiptir. Bazı araştırmacılar hayvansal yağların tüketiminin azaltılmasına yönelik yaptıkları çalışmalarda salam-sosis üretiminde %20 oranında ayçiçek yağının ilave edilebileceğini de önermişlerdir (Anar, 2012; Gökalp ve ark., 1999).

Üretim sırasında yağın ilave edilme hızı ve zamanı da emülsiyon oluşumunda etkilidir. Kullanılacak yağın bir kısmının 1 ml/saniye hızda ve hamur oluşumu başlangıcında, diğer kısmının emülsiyon oluşmaya başladığında ilave edilmesi emülsiyonun daha iyi şekillenmesini sağlar. Hamurda yağ parçacık büyüklük ve dağılımlarının yanı sıra kullanılan yağın doymuşluk durumunda emülsiyon stabilitesi üzerine etkilidir. Yüksek oranda doymuş yağ asidi (erime noktası yüksek) içeren

yağlar kullanılırsa stabil yağ parçacıklarının hamurda dağılımı daha iyi olur (Aslan, 2013).

2.5.3. Su-Buz

Salam et ürününün kütleli olarak büyük bir kısmı sudan oluşur. Su, hem hayvansal dokuların doğal yapısında önemli bir kısmını kapsar, hem de salam üretim teknolojisi gereği formülasyonun kütleye yaklaşık %20-30 civarında, su veya buz şeklinde karışıma eklenir (Anar, 2012; Aslan, 2013; Gökarp ve ark., 1999). İlave edilen suyun veya buzun içme suyu niteliklerine sahip olması önemlidir. Su veya buz ilavesi emülsiyon oluşumunda önemli rol oynar. İlave edilen su, tuzlu su çözelti ortamında miyofibriller proteinleri ekstrakte eder ve emülsiyon kütlesi içerisine alınmasını ve emülsiyonun devamlı fazını sağlar. Eğer ortamda yeterince su olmazsa proteinlerin emülsiyon kapasiteleri sınırlı kalır ve iyi bir emülsiyon oluşamaz. Etin kuru olarak kuterde çekilmesi ile aktin ve myosin çevresindeki hücre zarının parçalanması, dolayısı ile aktin ve myosinin en yüksek düzeyde serbest hale gelmesi sağlanmaktadır. Kuru et, su ilave edilen ete göre kuterin bıçaklarıyla daha iyi parçalanmakta ve proteinler serbest hale geçmektedir. Üretimde kullanılan buz, kuterde etin parçalaması sırasında sürtünmeden dolayı oluşan sıcaklığı önleyerek emülsiyonun kırılmasını engeller ve stabilitesini sağlar. Ayrıca lezzet aroma ve tekstür kazandırır (Aslan, 2013). Et ürünlerine eklenen su, karışım içine eklenecek pek çok katkı maddesinin taşınmasında da rolü önemlidir (Gökarp ve ark., 1999).

2.5.4. Kullanılan Katkı Maddeleri ve Baharatlar

Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte ihtiyaçlar doğrultusunda gıdaları farklı bölgelere taşıyabilme ihtiyacı doğmuştur. Bu nedenden dolayı gıdanın besin değeri, dokusu, lezzeti ve aromasının korunması, zararlı mikroorganizmaların ürünlerde üremesinin engellenmesi ve raf ömrünün artırılması için farklı metodlar ya da teknolojiler ile muhafazasında güven oluşturan teknikler uygulanması zorunlu hale gelmiştir. Bunlara ek olarak; çalışan nüfusun artması ve yemek yapımında harcanacak sürenin azalmasıyla daha çok tüketim için kolaylaştırılmış ürünlerin

tercihinden dolayı standartlaştırılmış gıda üretimi için gıda katkı maddelerine yönelim artmıştır (Öztürkcan, & Acar, 2017). Türk Gıda Kodeksi Gıda Ktkı Mddeleri Yönetmeliği'ne (2013) göre; gıda katkı maddesi “tek başına gıda olarak tüketilmeyen, gıda ham veya yardımcı maddesi olarak kullanılmayan, tek başına besleyici değeri olan veya olmayan, seçilen teknoloji gereği kullanılan işlem veya imalat sırasında kalıntı veya türevleri mamul maddede bulunabilen, gıdanın üretilmesi, tasnifi, işlenmesi, hazırlanması, ambalajlanması, taşınması, depolanması sırasında gıda maddesinin koku, tat, görünüş, yapı ve diğer niteliklerini korumak, düzeltmek veya istenmeyen değişikliklere engel olmak ve düzeltmek amacıyla kullanılmasına izin verilen maddeler” olarak tanımlanmaktadır.

Gıdada kullanılan katkı maddeleri gıdaları tüketici tercihini arttıracak tat, koku, lezzet, görünüm gibi duyuşal özellikleri düzeltmek, raf ömrü ve besin değeri gibi özelliklerini iyileştirmek amacıyla gıdalarda kullanılan maddelerdir (Gültekin, & Akın, 2019). Et ürünlerinde raf ömrünü uzatmak ve ürünün tekstürel özelliklerini geliştirmek için çok sayıda kimyasal katkı maddesi kullanılmaktadır. Gıda katkı maddelerinin neden olduğı sorunlar, gıdalarda kullanımına izin verilen kimyasal katkı maddelerinin mevzuatta belirtildiğı şekilde kullanılmaması, rutin kontrollerin yapılmaması, üreticilerin yeterince bilinçli olmaması, satış aşamasındaki ürünlerde kalıntı analizlerinin ve riskli kalıntı miktarlarının belirlenmemesi gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır. Bu kimyasalları içeren ürünlerin tüketimi bireylerin karaciğerinde birikerek kümülatif etki ile ileriki dönemlerde kanser gibi ciddi rahatsızlıklara neden olmaktadır (Erkmen, 2010; Özönlü, Ergezer, & Gökçe, 2019).

2.5.5. Baharatlar

Türk Gıda Kodeksi Baharat Tebliğine (2022) göre; çeşitli bitkilerin kök, tohum, çekirdek, yaprak ve meyve gibi kısımlarının bütün halde veya parçalanması, kurutulması, öğütülmesi ile elde edilen gıdalara renk, tat, koku ve lezzet verici olarak katılan doğal bileşikler veya bunların karışımı şeklinde tanımlanmıştır.

Baharatların kendisi ya da ekstraktları kullanılabilir. Bölgesel olarak ürünlerde oranları farklıdır.

Et ürünlerinde yaygın kullanılan baharatlar:

Kırmızıbiber: Et ürünlerinde renk ve lezzet verici etkisi yanında, bileşiminde bulunan fenolik bileşiklerin; fenolik asitler, capsaicin, tokoferoller, karotenler ve askorbik asit ile antioksidan özelliği destekler.

Karabiber: Tane ya da toz halinde hemen hemen bütün sucuklarda kullanılır. Acılığı veren madde piperindir. Aroması uçucu yağlardan meydana gelir. Antioksidatif özelliği piperinden kaynaklıdır.

Beyazbiber-akbiber: Karabiberle aynı soydan gelen biberdir, tek farkı karabiber olgunlaşmadan toplanan biberdir. Akbiberde aroma daha yoğundur.

Kimyon: Toz halinde neredeyse tüm sucuk türlerinde kullanılır. Tipik aroması uçucu yağın en önemli bileşenleri kumialkol, perialkol, kuminaldehit ve perialdehittir.

Yenibahar: Bütün ya da öğütülmüş halde kullanılır. Uçucu yağın ana bileşeni öjenol'dur.

Zencefil: Uçucu yağın ana bileşeni seskiterpen'dir. Acı olan bileşiklerde içerir.

Kekik: Uçucu yağında eşit oranlarda bulunan timol ve karvakrol tipik aromayı verir. Antimikrobiyel etkiside vardır. *S. Typhimurium*, *S. aureus* ve *V. parahemolyticus* üzerine inhibe edici etkisivardır. Timol ve karvakrol toksijenik *Aspergillus* türlerinin misel gelişiminde inhibe edici özelliğindedir. Bu etkinin görülmesinde pH'da önemlidir.

Sarımsak: Etken maddesi aliSindir, tipik kokusu alicin ve yağda çözünen sülfür bileşiklerinden kaynaklıdır. Sarımsağın antioksidan, antibakteriyel, antifungal, antiviral ve antiprotozoal etkisi vardır. Yapısında bulunan enzimler etin olgunlaşmasını da sağlar.

Kişniş: Uçucu yağın ana maddesi linalol'dur.

Biberiye: Antioksidan özelliği vardır (Anar, 2012; Aslan, 2013).

2.5.6. Tuz

Et ürünlerine genellikle %2-7 oranında kullanılmaktadır. Tuz et ürünlerinde aşağıdaki işlevlerde bulunur:

1) Antimikrobiyel etkilidir. Ürünün suyunu absorbe edip osmotik basıncını yükselterek, ortamda bulunan oksijenin çözünürlüğünü ve bakteriyel proteolitik enzimlerin aktivitesini sınırlayarak mikroorganizmalar üzerinde bakteristatik etki gösterirken, Cl iyonları bakterilere karşı toksik etkisinden yararlanır. Tuzun tek başına antimikrobiyal etki gösterebilmesi için ortamda en az %17 oranında olması gerekir. Ancak, starter kültürlerden *Lactobacilluslar*, *Staphylococcus* ve *Kocuria* (*Micrococcus*'lar) patojen ve bozulmaya neden olan bakterilere göre tuza daha çok dirençlidirler. Ortamdaki tuz miktarı %4'ün üzerinde olduğu zaman laktik asit bakterilerinin laktik asit üretmeleri engellenir. Bu bakımdan fermente sucuk yapılacak kıymalara %2,3-3 arasında kullanılması önerilmektedir.

2) %15-30 oranında kullanıldığında tekstür düzenleyici ve koruyucu etki sağlar.

3) Ürüne lezzet ve aroma kazandırır.

4) Etin suyunu absorbe ettiği için ete gevrek bir yapı kazandırır.

5) Proteinlerin yapısındaki helikslerin açılmasına ve proteinlerin daha fazla suyu bağlamasına etki ederek etin su tutma kapasitesini ve proteinlerin çözünürlüklerini artırmaktadır.

6) Pişirme suyuna ilave edildiğinde suyun kaynama noktasını yükselttiği için pişirme süresi kısalır. Etin yüzeyine serpiştirildiğinde yüzeyde dehidrasyona neden olduğundan etin büzülmesine ve sertleşmesine neden olur.

Ancak tuz, pigmentlerin (myoglobinin vb.) ve yağların oksidasyonunu hızlandırarak istenilmeyen gri kahverengimsi rengin ve acı bir tadın oluşumuna neden olur.

Kullanılacak tuzun saflık derecesi ve mikrobiyolojik kalitesi son derece önemlidir. Tuz, Ca, Fe, Cu, Mg, Mo, S, vb. metal ve tuzları bakımından temiz olmalıdır. Bu mineraller üründe çeşitli kimyasal bozulmalara örneğin; renk değişimlerine (koyu renk) ve otooksidasyona neden olabilmektedir.

İyotlu tuzlar kuring işlemlerinde kullanılmamalıdır. Çünkü, iyot nitrat ile kompleks oluşturup, nitratın nitrite indirgenmesini engellemektedir. Güneş tuzu diye tabir edilen deniz veya göl tuzu, yüksek oranda halofilik (tuzu seven) mikroorganizma içerir. Bu nedenle bu tuzlar, rafine edildikten sonra kullanılmalıdır ya da deniz veya göl tuzuna göre mikrobiyolojik kalitesi çok daha iyi ve sert yapıda olan kaya tuzu kullanılmalıdır (Aslan, 2013).

2.5.7. Şekerler

Et ürünlerinde en fazla kullanılan; sakkaroz, dekstroz, fruktoz, laktoz, maltoz, mısır şurubu veya mısır şurubu kristali ve sorbitol (E420) çeşitli et ürünlerinde kullanılır. Çoğunlukla kullanılan karbonhidratlar dekstroz, sakkaroz ve laktozdur.

Şekerlerin et ürünlerindeki işlevleri:

- 1) Fermente et ürünlerinde fermentasyonu gerçekleştiren mikroorganizmalar için enerji kaynağıdır. Tüketicide belli ölçüde enerji sağlayabilirler.
- 2) Et ürünleri fermentasyonu şekillendiğinde asit (laktik asit) meydana gelir ve bu asit, üründe pH'yı düşürerek NO'nın myoglobin ile birleşmesine katkıda bulunarak, nitrosomyoglobin ve nitrosylhemokromojenin oluşmasına yardımcı olurlar. Ayrıca aroma oluşumunda (asit oluşumundan dolayı) etkilidirler.
- 3) Üründe pH'nın düşmesi dolayısıyla asitliğin artması, indirgen ortamın oluşmasına bağlı olarak Gr (-) basillerin ve aerob sporlu bakterilerin çoğalması engellenir. Ayrıca kullanılma dozuna bağlı olarak ürünün osmotik basıncı (suyunu bağladığı için) artar ve buna bağlı olarak mikrobiyal faaliyet sınırlanır.
- 4) pH'yı düşürerek kas proteinlerinin izoelektrik noktasına (pH 5,3'ten) yaklaştırıp sucukların daha iyi tekstür kazanmasına katkı sağlarlar ve dilimlenebilme özelliğini artırır.
- 5) Kullanılan şeker gıdaya kendine has tat ve aroma kazandırır. Tuzdan ileri gelen tadı biraz daha nötürleştirir.
- 6) Pişirme esnasında (özellikle tüketim sırasında kuru sıcaklık uygulanmasında) Maillard reaksiyonuna girerek ve karamelizasyona uğrayarak renk oluşumunda etkili olmaktadır. Özellikle şeker pancarı ve şeker kamışı şekerleri rengi fazla kahverengileştirmez. Bu bakımdan taze sosislerde ve ızgara edilecek ürünlerde kullanılmalıdır. Dekstroz ve mısır şurubu kristalinin, kahverengileştirme yeteneği oldukça yüksektir. Bu nedenle renk oluşumu istenilen ürünlerde 500 g/100 kg'a kadar kullanılabilir. Sorbitolun antimikrobiyal etkisi yanında tipik tat verici özelliği de vardır. Pratikte glikozun indirgenmesi ile elde edilir. Ürüne, tipik tat ve aroma kazandırır. Sosis ve salamlarda kılıfların kolay soyulmasını sağlar ve renk oluşumuna da yardımcı olur. Antimikrobiyal amaçla; özellikle küf ve mayaların gelişmesini

engellemek için kullanılır (Aslan, 2013). Salam ve sosislerde % 0,4-1 oranında kullanılır (Anar, 2012; Aslan, 2013).

2.5.8. Bağlayıcı ve Dolgu Maddeleri

Salam karışımında fazla suyu tutup absorbe etmek, et parçalarını nispeten bağlamak ve az da olsa emülsifiyer özelliklerinden dolayı çeşitli hububat-sebze un ve nişastaları, çeşitli bitkisel proteinler ve süt ürünleri ilave edilmektedir (Gökalp ve ark., 1999). Bu maddeler salam ve sosis hamurunda emülsiyon oluştuktan sonra daha iyi ve kıvam oluşması için ortamda kalan fazla suyu absorbe eder. Ürünün üretim teknolojisi gereği pişirilmesi sırasındaki su kaybından dolayı oluşabilecek ısı yükselmesi, ilave edilen su veya buz ile engellenir. Üretim sırasında üründe sıcaklığın yükselmesi ile bu maddeler, salam ve sosis hamurunda emülsiyon oluştuktan sonra şekil bozukluklarını önlemek ve ürünün birim maliyetini düşürmek amacı ile kullanılır. Bağlayıcı ve dolgu maddeleri arasında mısır, buğday, yulaf, çavdar, pirinç, yağsız soya, patates nişastası, ekmek kırıntıları, yağsız soya protein ekstraktları, püskürtme metoduyla yapılan yağsız süt tozu ve peynir altı suyu tozu kullanılmaktadır. Türk Gıda Kodeksi'ne göre salam-sosis üretiminde nişasta miktarı toplamı kütlece en çok %5 oranında kullanılmalıdır (Aslan, 2013).

2.5.9. Askorbik Asit

Askorbik asit veya sodyum askorbat üründe renk oluşumunu doğrudan etkiler, ayrıca nitritin NO haline indirgenmesini sağlayarak kalıntı nitrit oranını düşürür. Nitritlerden nitrozamin oluşumunu engellemek için bunların sodyum-askorbat ile kullanılması gerekir. Sodyum-askorbat, hafif asidik ortamda sekonder aminlerden daha hızlı şekilde nitritle reaksiyona girerek nitrozamin oluşumunu önler. Sodyum askorbat 500 mg/kg oranında kullanılır (Anar, 2012; Aslan, 2013).

2.5.10. Nitrit-Nitrat

Kürlemenin kelime anlamı; iyileştirmektir. Çeşitli et ürünleri üretim prosesi gereği tuz, nitrit, nitrat veya kombinasyonları eklenmesi ve et ürünün yöresel spesifikasyonuna göre baharatlar, katkı maddeleri eklenerek üründe renk, tat, tekstür, lezzet, görünüm ve aroma gibi spesifik özellikleri standartlaştırma ve raf ömrünü arttırmak için salam, sucuk, sosis, hazır et yemekleri gibi et ürünlerinde uygulanan işlemdir (Erkmen, 2010; Kaynakçı, & Kılıç, 2009; Öztürk, Serdaroğlu, & Ergezer, 2015). Nitrat ve nitrit bileşikleri hayvan ve insan orjinli organik maddelerin yıkımlanmasından sonra şekillenir (Öztürk ve ark., 2015). Ekosistemleri oluşturan doğal ortamda ve her çeşit var olan canlıda nitrit ve nitrat bulunmaktadır. Nitrat (NO_3) hali hazırda su, toprak ve bitkilerde sodyum nitrat (NaNO_3) ve az miktarda potasyum nitrat (KNO_3) formunda vardır. Nitrat özellikle hava kirliliği problemi bulunan bölgelerde $1\text{-}40\text{ g/mm}^3$ miktarında atmosferde de bulunabilir (Kuyumcu, & Yurttagül, 2000).

Nitratlar (sodyum nitrat, NaNO_3 ; potasyum nitrat, KNO_3) ve nitritler (sodyum nitrit, NaNO_2 ; potasyum nitrit, KNO_2) bileşikleri halindedir. Nitrat ve nitritli kürleme tuzları; kırmızı ve beyaz et ile et ürünleri ve balıklarda spesifik lezzet ve renk oluşumu ile birlikte antimikrobiyal etki oluşturmak için kullanılan kürleme maddesidir. Nitrat ve nitritler et ürünlerinin kürlenmesinde yüzyıllardır kullanılmalarına rağmen, ilk defa 1900'lerde yalnızca tuz ile kürlenen et ürünlerinde istenen kırmızı renk elde edilemediğinden, tuzla NaNO_3 ve KNO_3 bileşikleri halinde kırmızı renk oluşmasında işlevin daha iyi olması çalışmalar ile kanıtlanmıştır. Yapılan bu çalışmalardan sonra kürlemenin anlamı yenilebilir etlerin nitrit ve nitrat veya bunların her ikisinin bir arada tuz ile muamelesi ile işlenmesi, muhafaza edilmesi ve daha değişik lezzet, görünüm ve aromada ürünler haline getirilmesi şeklinde kullanılmaya başlanmıştır. Nitrat ve nitritin ilk kez bilinçli olarak 1914 yılında tavuk etlerinin muhafazası için ete KNO_3 eklenmesi ile başlamıştır. Nitrat ve nitrit kullanımı bu tarihten sonra hızla artmıştır (Kuyumcu, & Yurttagül, 2000).

Tütsülenmiş ve ısıtılmış işlemler uygulanmış ürünlerde nitrosilhemokromojen dışında, enzimatik ve nonenzimatik reaksiyonlar, Maillard reaksiyonu ve tütsünün kırmızılaştırıcı etkisi de renk oluşumuna olumlu katkıda bulunmaktadır.

Uygulanan sıcaklık derecesi ve süresi ile sosiste oluşan renk arasında pozitif bir ilişki vardır. Örneğin; 75 °C'de 60 dakika süre ile uygulanan ısı yüzeyin kırmızı, merkezin pembemsi renk almasını sağlar. Isıl işlem ile özellikle 49-60 °C arasında, ürünlerde renk artışının en fazla olduğu belirtilmektedir (Vural, & Öztan, 1992).

Nitrat ve nitritler etin yapısındaki sekonder (dimetilamin, dietilamin, dipropilamin, dibutilamin, piperidin vb.) aminlerle reaksiyona girerek nitrozamin adı verilen kanserojen ve mutajen etkilere sahip olan maddeler oluştururlar. Bu nedenle bütün ülkelerde bunların kullanım miktarı yasal olarak sınırlandırılmıştır. Norveç'te kullanımı yasaklanmıştır. Nitrozamin oluşumu yüksek sıcaklıklarda (>140 °C) düşük pH'larda (<5,5) daha fazla olmaktadır. pH 1-3'te amin tuzunun dissosiasyonu ve nitrolama ajanları (NO ve nitrat tuzları) daha aktif duruma geçmektedirler. Dimetilnitrozamin (DMN) ve Dietilnitrozamin (DEN)'nin kanserojen etkilerinin diğer nitrozaminlere göre daha fazla olduğu belirtilmiştir (Kuyumcu, & Yurttagül, 2000). Et üretim teknolojileri gereği raf ömrü boyunca tazeliği korumak için ürünlere eklenen nitritler her zaman sodyum nitrit veya potasyum nitrit gibi tuz formunda olmalıdır (Keskin, & Bozdoğan, 2019).

2.6. Dünyada ve Ülkemizde Nitrit ve Nitratların Et Ürünlerinde Yasal Sınırlamaları

Türk Gıda Kodeksi'ne göre üretim sırasında et ürünlerine katılabilecek en yüksek nitrat ve nitrit miktarları sırasıyla 300 mg/kg ve 150 mg/kg olarak bildirilmektedir (Türk Gıda Kodeksi Katkı Maddeleri Yönetmeliği, 2019). Ülkelere göre miktarların farklılığı işlenmiş et ürünlerine 500 mg/kg dolaylarında sodyum nitrat, 200 mg/kg'a kadar sodyum nitrit ya da eşdeğer bileşiklerin katılması olağan sayılmıştır. Bu katkı maddelerinin oluşturabileceği zararlı etkilerinden korunmak için bazı ülkelerde (örneğin Norveç) nitrit ve nitrat kullanımı tamamen yasaklanmıştır. TGK'da kullanılabilecek miktarlar belirtilmesine rağmen teknolojik işlem görerek tüketime hazır hale gelmiş salamda son ürün halindeyken içermesi gereken maksimum nitrit miktarı ile ilgili ayrıca bir sınırlandırma getirilmemiştir (Kaynakçı, & Kılıç, 2009).

Tüketime hazır et ürünlerindeki kalıntı nitrit miktarı; Codex Alimentarius'ta da 30 mg/kg, Avrupa Topluluğu standartlarında 15 mg/kg'dan fazla olmamalıdır (Yalçın, Can, & Türkoğlu, 2012). Örneğin Danimarka da son yıllarda nitrit kürlemeli gıda tükemi artışı gözlemlendiğinden, kullanılan nitrit miktarı 60 mg/kg dozundadır (The European Commission, 2018).

Çin Halk Cumhuriyeti Gıda Güvenliği Yasalarında et ürünlerinde nitrit kullanım dozu 150 mg/kg, üründe kalıntı nitrit dozu ise 30 mg/kg'dır (Zhang, Sun, Han, Zhang, Hou, 2017).

İran'da salam için izin verilen maksimum nitrit ve nitrat tuzları 120 mg/kg düzeyidir çünkü nitrit/nitrat içeriğinin güvenli seviyelere düşmesi ısıtma veya depolama sırasında tam olarak elde edilemez (Alirezalu ve ark., 2019).

2.7. Et ve Et Ürünlerinde Nitrat/Nitrit Kullanılması

Nitrat ve nitritler azotlu bileşiklerdir. Doğal olarak azotlu organik bileşikler, bitki metabolizma son ürünü ve doğal organik maddelerle toprakta hali hazırda vardır. Toprakta bulunan azotlu organik bileşikler, mikroorganizmalar etkisi ile parçalanma sonucu amonyağa dönüşürler. Amonyak oluşumundan sonra, nitrifikasyon döngüsü ile bitkiler kullanır ve sonucunda nitritler ve nitratlar meydana gelir. Nitrat; su, bitki ve toprakta sodyum nitrat ya da az miktarda da potasyum nitrat halinde doğal halde bulunur. Eski zamanlardan beri kürleme amaçlı kullanılan nitrat ve nitritler; sadece tuzlama (NaCl) işleminin yeterli olmaması, ete istenilen rengi vermesi için kürleme tuzu şeklinde kullanılır. Miyogloblin oksidasyonunu sağlayarak istenilen renk elde edilir. Miyogloblin veya oksimiyogloblin kolayca okside olarak metmiyoglobline dönüşür. Nitrit ve nitrat, bakteriyel indirgenme ile nitrojen monoksit (NO)'e indirgenip etin renk pigmentleriyle reaksiyona girerler ve bunun sonucunda et ürününün spesifik rengini oluşturup, raf ömrü boyunca kalıcı olması ve rengin değişmeden devamlı kalması sağlanmaktadır (Candan, & Bağdatlı, 2018).

Et ve et ürünlerinde nitrat ve nitritin temel fonksiyonları:

Kürlenmiş et ürünlerinde oluşan tipik parlak kırmızı-pembe renk ve lezzetin oluşmasını sağlamak,

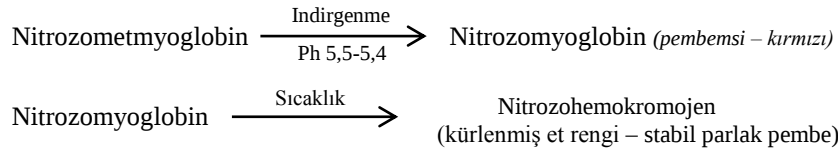
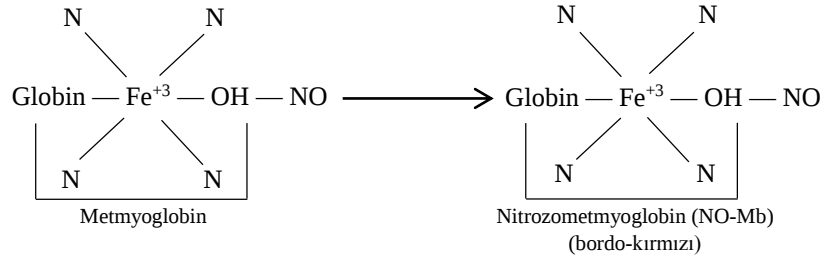
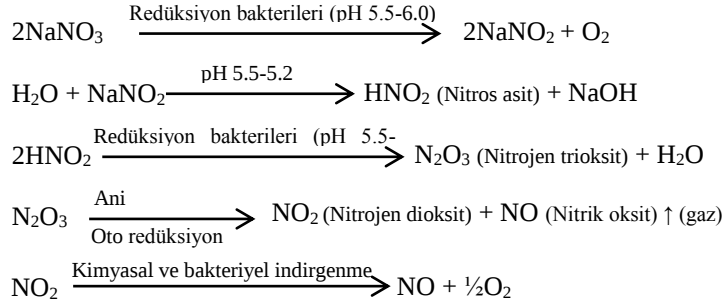
Et ürünlerinin stabil koku, tat ve aromada olması ve uzun raf ömrü oluşturup kriterlerin sabit kalabilmesi,

Bakterisit ve bakteristatik özelliğe sahip olması (özellikle *Clostridium botulinum*'un inhibisyonu),

Antioksidan niteliğe sahip olması sonucu oksidasyon sonucu oluşabilecek ransiditeyi engellemektir (Candan, & Bağdatlı, 2018; Öztürk ve ark., 2015).

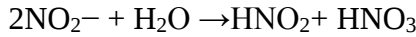
2.7.1. Et Ürününde Renk Üzerindeki Etkisi

Nitrat ve nitrit, et ürünlerinde spesifik rengin oluşması ve rengin raf ömrü boyunca sabit kalmasında önemlidir. Et ürünlerinde karakteristik kürlenme sonrası oluşan renk, miyoglobin ile nitrat-nitritin reaksiyonları sonunda oluşan bileşikler arasındaki kimyasal tepkimeler ile meydana gelir. Üründe rengin oluşabilmesi için nitrat mikroorganizmaların etkisi ile nitrite indirgenir. Üründe kullanılan nitrat veya nitritin kısa sürede içinde parçalanıp nitrojen dioksit (NO₂) oluşması ve myoglobin ile reaksiyon şekillenmesi ile tipik rengini oluşturan nitrozomyoglobin formuna dönüşür. Kürlenmiş et ürünü üretim prosesi gereği ısıl işlem uygulanması ile ürünün pH değerine göre stabilitesi az olan kırmızı renkli nitrozomyoglobin pigmenti, ürüne özgü sabit olan pembe renkli nitrozohemokrom pigmentine dönüşmektedir (Öztürk ve ark., 2015). Reaksiyonlar Şekil 1’de mevcuttur.



Şekil 1: Kürlenmiş et ürününde sodyum nitrat (NaNO_3), sodyum nitrit (NaNO_2) kullanılması sonrası nitrik oksit (NO) ve ürüne özgü spesifik renk oluşum reaksiyonları gösterimi (Öztürk ve ark., 2015).

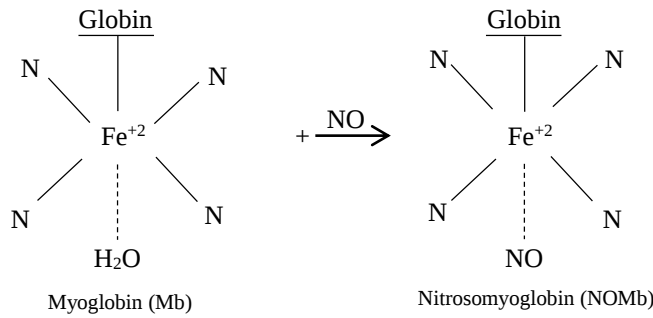
Reaksiyonlar sırasında oluşan nitrojen dioksit, eş zamanda su ile reaksiyon sonucunda azot monoksit döngüsüne girer nitroz asit ve nitrik asidi oluşturur:



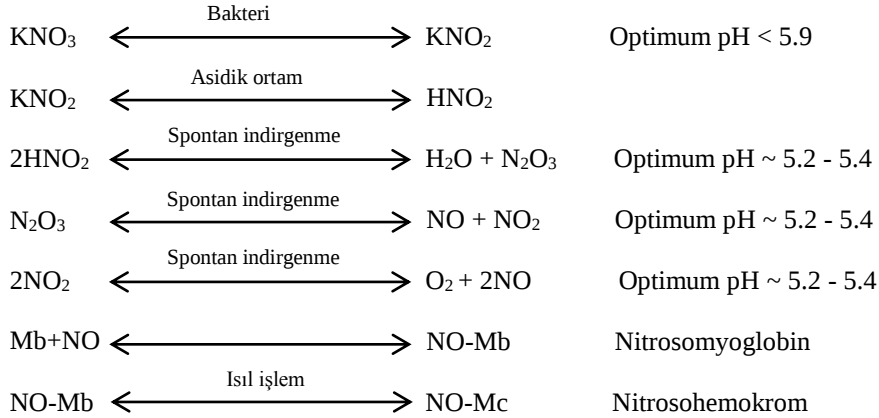
Nitrik asit ise üstteki reaksiyonda gösterildiği gibi ayrışarak nitratı (NO_3^-) oluşturmaktadır: $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$

Nitritin dahil olduğu Şekil 1’de belirtilen reaksiyonlar sonucunda renk pigmentleri oluşumuna ek olarak nitrit dönüşümlü reaksiyonlar sonucu nitrat meydana gelmesi de önemlidir. Nitrata dönüşüm reaksiyonları; et ürünü formülasyonunda nitrat kullanılmaması halinde kürlenen et ürünlerinde nitrat bulunmasını kanıtlamaktadır (Öztürk ve ark., 2015). Et ürünlerinde tercih edilen rengin oluşumu peş peşe meydana gelen reaksiyonlar sonucunda nitrozomyoglobin (NO-Mb) bileşiği sonucu oluşur. Nitrozomyoglobin oluşum süreci; nitrit oldukça aktif bir kimyasaldır ve myoglobinin metmyoglobine yükseltgenmesini sağlarken, kendisi azot monoksit (NO)’e indirgenmektedir. Ferrik demir iyonu (Fe^{+3}) NO’e bağlanarak nitrozo metmyoglobin (NO-metMb)’i oluşturmaktadır. Fe^{+3} , ette yaygın olarak bulunan indirgeyici bileşenler tarafından iki değerlikli demir iyonuna (Fe^{+2})

indirgenir, NO-Mb oluşumu Şekil 2, 3’de gösterilmiştir. Isı işlemden sonra myoglobinin protein kısmı denatüre olarak, kürlenmiş etlerin karakteristik açık pembe rengini nitrozohemokrom pigmenti ortaya çıkar ve ürünlerdeki renk sabitlenmektedir. Pişmiş et ürünlerinde 2-14 mg/kg nitrit kullanımı arzu edilen pembe rengin oluşumu için yeterli miktardır, ancak bu seviyelerde renk genellikle düzensizdir ve zamanla solma olasılığı yüksektir (Sebranek, & Bacus, 2007; Turp, & Sucu, 2016). Homojen renk oluşumu ve rengin raf ömrü boyunca sabit kalması için 40-50 mg/kg nitrit kullanımı önerilir (Turp, & Sucu, 2016).

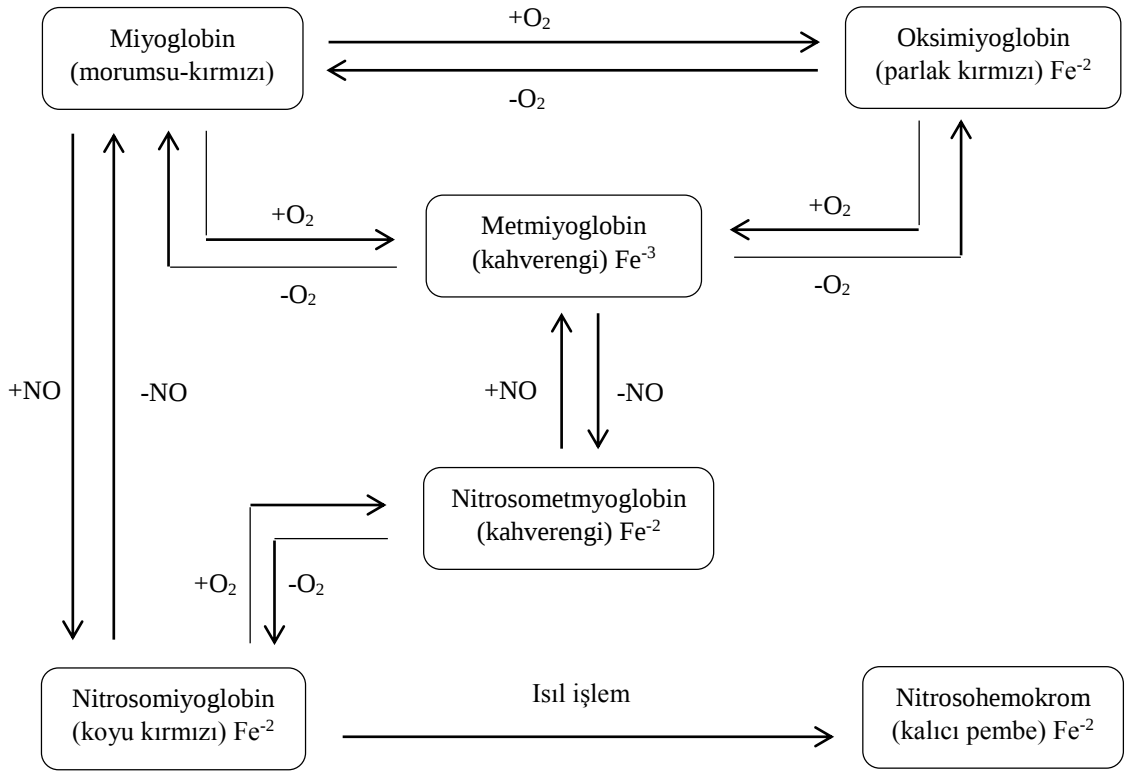


Şekil 2: Kürlenme işleminde şekillenen nitrosomyoglobin oluşum reaksiyonu (Candan, & Bağdatlı, 2018).



Şekil 3: Nitrosomyoglobin, Nitrosohemokrom reaksiyonları (Candan, & Bağdatlı, 2018).

Ette oksijenlenme sonucu kalıcı parlak kırmızı renk oksimiyoglobin oluşur. Kürlenme ajanları sonrasında ısıtma işlemi uygulanmamış örneğin fermente sucuk gibi ürünlerde nitrosomyoglobin (koyu kırmızı), ısıtma işlemi görmüş salam ve sosis gibi ürünlerde ise nitrosohemokrom (kalıcı pembe) oluşumu meydana gelir. Et ürünlerinde nitrit/nitrat kullanımı ve üretim proses farklılığına bağlı olarak meydana gelen karakteristik renk oluşumu Şekil 4’te gösterilmiştir.



Şekil 4: Et ve et ürünlerinde meydana gelen spesifik renk oluşumu (Candan, & Bağdatlı, 2018).

1970'lerde yapılan kapsamlı araştırmalar, 25-50 mg/kg nitritin nispeten kararlı kürlenmiş renk geliştirmek için yeterli olduğunu gösterdi. Kürlenmiş rengin, ürün tipine bağlı olarak 150-200 mg/kg yerine 40-50 mg/kg nitrit ile daha az yoğun olabileceğine dair göstergeler olsa da, çoğu üründe kürlenmiş renk gelişimi için genellikle 40-50 mg/kg yeterli kabul edilir. Bu nedenle, doğal nitrat kaynakları ve bir nitrat indirgeme kültürü kullanılarak işlenmiş ette kürlenmiş renk gelişiminin nispeten kolay bir şekilde elde edilebileceği görülmektedir (Sebranek, & Bacus, 2007).

2.7.2. Et Ürününde Lezzet Üzerindeki Etkisi

Et ürünlerinde teknolojik işlem gereği nitrit/nitrat kullanımı duyuşal, organoleptik kalitenin gelişimindeki etkisiyle ürünlerde tat, aroma ve lezzet faktörlerin yoğunluğunu arttırmaktadır. Yapılan bir çalışmaya göre; üretilen soslerde nitrat kullanılarak üretilen grup, nitrit kullanılarak üretilen gruplarla kıyaslandığında aromanın daha yoğun olduğu açıklanmıştır. Başka bir

çalışmada; fermente sosislerde nitrat kullanımı ile üretilen gruplardan uçucu bileşiklerin izole edilmesi nitrit ile üretilen gruplardaki verilere göre daha yüksek miktarda olduğu belirtilmiştir. Pişirilmiş et ve et ürünlerinde nitritin lezzet üzerine arttırıcı etki; WOF (warmed-over flavor) yeniden ısıtma ile meydana gelen oksidatif lezzet ve lipid oksidasyonunu önleyici fonksiyonu olduğu belirtilmiştir (Öztürk ve ark., 2015).

Nitrat ve nitrit kürlenmiş et ürünlerinde spesifik koku ve aromanın oluşmasını sağlamaktadır ve ürünün tercih edilmesinde bir faktördür. Kürleme sonucu et ürünlerinde tat, koku ve aromanın stabil olması ve ürünün daha uzun süre muhafazasını sağlar. Kürlenmiş et ürünlerinde oluşan tipik aroma ve tat oluşturan reaksiyonlar günümüzde halen tam anlamıyla açıklanamamıştır. Aksine taze veya dondurulmuş muhafaza edilen etlerde oluşan bazı oksidasyon ürünleri kürlenmiş et ürünlerinde görülmemesi, lezzetin oluşmasındaki etkenlerden biri olarak açıklanmaktadır. Et ürünlerinde tipik lezzet ve aroma oluşumu için kullanılan nitrit miktarının 20-40 mg/kg dozunda kullanılması yeterli olmuştur (Candan, & Bağdatlı, 2018; Turp, & Sucu, 2016).

2.7.3. Et ürününde Antimikrobiyal Etkisi

Nitrat ve nitritler, et ve et ürünlerinde lezzet ve renk oluşmu etkisine ek olarak antimikrobiyal etkisi de mevcuttur. Nitrit, Gram pozitif ve Gram negatif bakteriler için oldukça etkindir, maya ve küfler üzerinde ise bu tür etkileri yoktur. Vakum ambalajlanmış et ürünlerinde toksin üretebilen patojen bir bakteri olan *Clostridium botulinum* ve sporlarına karşı nitritin inhibitör etkisinden faydalanılır. *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus* ve *Bacillus cereus* gibi diğer patojen bakteriler için de nitritin antimikrobiyal etkisi vardır ve bakterilere karşı şekillenen bu inhibisyon mekanizması tam anlamıyla bilinmemektedir. Etki mekanizması bakterilerde hücrelerin üremesini önlediği açıklanmıştır. Nitrit, bakterilerin metabolik enzimlerini inaktive etmesi, oksijen alımlarını kısıtlayıcı etkisi ve proton değişimlerini engelleyici etkidedir. Nitritin antibakteriyel mekanizması aşağıdaki gibi özetlenebilir;

1. Nitrit, etteki hücre membranlarıyla etkileşimi sonucu *C. botulinum* için gerekli olan maddelerin iletilmesini engeller.
2. Nitrit, ortamdaki demiri bağlayarak veya ortamdaki demiri azaltarak *C. botulinum* metabolizmasını baskılayabilir.
3. Nitrit, hücre içi enzimleri yükseltgeyici veya indirgeyici özelliği ile *C. botulinum* gelişimini inhibe etmektedir.
4. Et bileşenleri ve nitrit arasındaki reaksiyonlar sonunda *C. botulinum* gelişimi inhibe edilir.

C. botulinum sporları ve diğer *Clostridium* türlerinin et ürünlerinde gelişimi, nitritin etki yoğunluğuna ve ürününe ait birçok iç ve dış faktörlere göre değişir. *C. botulinum* gelişimini engellemek için en az 50 mg/kg miktarında nitrit kullanılmalıdır (Candan, & Bağdatlı, 2018; Kaynakçı, & Kılıç, 2009; Öztürk ve ark., 2015; Turp, & Sucu, 2016).

Nitritin antimikrobiyal etkisi üzerinde rol oynayan üründeki başlıca iç ve dış faktörler; oksijen, pH, üretimde ürüne uygulanan ısı işlemler ve ışınlama gibi proseslerdir. Nitritin, bakterilere karşı inhibisyon etkisi düşük pH'da artması, aktif inhibitör nitroz asit oluşumu ile şekillenir. Örneğin; pH'nın 7,0'den 6,0'ya düşürülmesi sonucu nitritin *C. botulinum*'a inhibitör etkisinin 10 kat daha arttığı açıklanmıştır. Et ürünleri formülasyonlarına eklenen tuzun nitrit ile sinerjistik etkisi ile nitritin antibakteriyel etkisi artar. Baillie ve Baird-Parker tarafından yapılan araştırmada; pH 6,0'da 150-200 mg/kg sodyum nitrit ve %6 sodyum klorür eklenmesi ile *C. botulinum*'un yalnızca bir kaç suşunda inhibisyonu meydana gelmiştir. Fakat aynı ortamda 200 mg/kg sodyum nitrit ve %3 sodyum klorür bileşiminin tüm *C. Botulinum* suşlarını inhibe ettiği açıklanmıştır. Buna ek olarak nitritin konserve etlerde antibakteriyel etkinliği izoaskorbat, EDTA (Etilendiamin tetraasetik asit) ve askorbat gibi şelatlayıcı bileşikler kullanımı ile artmıştır. Et ürününe ısı işlem uygulanması sonucu nitritin inhibitör etkisi 10 kat artmaktadır. Bu ısı işlemin artması "Perigo etkisi" olarak tanımlanmaktadır. Perigo ve ark. et ürününde çok az miktarda (3-5 mg/kg) sodyum nitritin 105-115°C'de 20 dakika ısı işlemi uygulanmasından sonra antibakteriyel etki oluşturduğu ispatlanmıştır. (Candan, & Bağdatlı, 2018; Kaynakçı, & Kılıç, 2009; Öztürk ve ark., 2015; Ünlütürk, & Turantaş, 1998). Et ürünlerinde *Clostridium botulinum* vejetatif formunu

baskılayan minimum nitrit miktarı 40-80 mg/kg'dır (Shemshadi, Hosseini, & Ferdosy, 2006).

2.7.4. Et Ürününde Antioksidan Etkisi

Et ürünleri üretim teknolojisi gereği kullanılan nitritin lipid oksidasyonuna etkisi aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

- 1) Nitrit ya da nitrik oksit, demir şelatlama etkisi sonucu veya lipid peroksil radikalleri ile reaksiyona girerek radikal olmayan ürünler oluşturur. Böylelikle lipid oksidasyonunu oluşturan zincir reaksiyonlarını engelleyerek oksidasyonu önlemiş olur. Myoglobindeki demir +2 değerlikli olarak kalır ve oksidasyon reaksiyonları katalizlenmez, +3 değerlikli demirin neden olduğu bayat lezzetin oluşumu da böylelikle önlenir.
- 2) Nitrit, doymamış lipidlerin doku membranları üzerinde stabiliteyi oluşturup oksidasyonu engeller.
- 3) Nitrit, serbest radikalleri bağlayabilme özelliği ile nitrozil- ve nitrozo- bileşiklerini oluşturarak antioksidan özellik gösterir (Öztürk ve ark., 2015).

Nitrit; et ürünlerinde lipid oksidasyonu ile meydana gelen acı tadı büyük ölçüde önler. Nitrik oksidin acılaşmayı önleme etkisi renk oluşumundaki reaksiyonlar gibidir. Kürlenen et ürünlerinde nitrik oksitin miyoglobin ile reaksiyonu ise renk pigmenti demirin indirgenmiş Fe^{+2} durumunda kalmasını sağlar ve yağ oksidasyonu engellenir (Candan, & Bağdatlı, 2018; Kaynakçı, & Kılıç, 2009; Turp, & Sucu, 2016).

2.8. Nitrat Nitrit Dönüşüm Reaksiyonları

İnsan vücudundaki nitratların metabolizması kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Nitratlar bir dizi metabolik dönüşüme uğrar ve tükürük ile safra ve bağırsak arasında geri dönüştürülür. Kısaca nitratlar bir kez alındığında, insanlarda ince bağırsağın üst kısmında hızla emilirler. Emilen nitratlar kan tarafından hızla taşınır ve tükürük bezleri ve muhtemelen diğer ekzokrin bezler tarafından seçici olarak salgılanır. Lundberg ve ark. (1994) sindirilen nitratların yaklaşık %25'inin

tükürükte salgılandığını bildirmiştir. Ağız boşluğunda bakteriler salgılanan nitratların yaklaşık %20'sini nitritlere indirgemektedir ve oluşan nitritler daha sonra dönüştürülmemiş nitratlarla birlikte yutulur. Sağlıklı yetişkinler, nitratların normal olarak toplam nitrat alımının %5-7'si oranında nitritlere tükürük dönüşümüne sahiptir.

Midede, nitritler hızla nitroz aside dönüşür ve nitrojen oksite (NO) ayrışır. Sindirim sistemindeki emilen nitratların çoğu, idrarla atılır, ancak önemli miktarda kurtarma, böbrekten seçici yeniden emilim ve tükürük resirkülasyonu yoluyla önceden gerçekleşir. Diyet alımına ek olarak, nitratlar, öncü olarak NO ile endojen olarak oluşturulur. Memelilerde endojen nitratların ana kaynağı, vücuttaki çeşitli hücre tiplerinde yapısal olarak aktif olan L-arginin-NO sentaz yoludur. NO, amino asit L-arginin ve moleküler oksijenden nitrik oksit sentetaz (NOS) tarafından üretilir. Nitritler, hemoglobin, miyogloblin veya ksantin oksidoredüktazı içeren çeşitli yollarla insan dokularında indirgenebilir ve NO oluşturabilir. Bu yollarla NO oluşumu esas olarak hipoksi ve asidoz sırasında artar. NO tarafından modifiye edilen proteinler, fizyolojik hipoksik sinyale, vazodilatasyona, hücresel solunuma ve işemik strese hücresel tepkiye katkıda bulunur (Govari, & Pexara, 2015).

Et ürünlerinde nitrit; potasyum nitrit ve sodyum nitrit yalnızca tuza karışmış formda kullanılır (Erol, 2007). Nitrat, pasif durumda olan bir katkı maddesidir. Et ürünlerinde kürlenme reaksiyonlarının şekillenebilmesi için nitratın daha aktif formda olan nitrite indirgenmesi gerekir. İndirgeme işleminin gerçekleşmesi, ette mevcut olan bakteriler tarafından ya da nitrat redüktaz aktivitesi bulunan bakterilerin eklenmesiyle gerçekleşir (Turp, & Sucu, 2016). Organik azotun biyokimyasal reaksiyonların son ürünü olan nitratın doğrudan toksik etkisi yoktur. Bazı bakterilerin salgıladığı nitrat redüktaz (NR) enzim aktivitesi ile zararlı nitrit iyonlarına dönüşmektedir (Öztürk ve ark., 2015).

Nitratı nitrite indirgeyebilen başlıca starter kültürler: *Staphylococcus xylosus*, *Kocuria (Micrococcus) varians*, *Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus carnosus*, *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus cerevisiae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Paracoccus denitrificans*, *Lactobacillus curvatus*, *Pseudomonas stutzeri* ve *Bacillus licheniformis*'tir. İnsanların tüketimine izin verilen tek toksik katkı maddesi nitrittir. Kürlenmiş et ürünlerinde bu maddelerin kullanılması yasalar ya da yönetmeliklerle

sınırlandırılmıştır. Ülkemizde ve pek çok ülkede et ürünlerine doğrudan nitrit eklenmesi ve gıda üretim yerlerinde nitritin saf halde bulundurulması yasaktır (Candan, & Bağdatlı, 2018).

2.9. Nitrit ve Nitratın İnsan Sağlığına Etkileri

Kürlenmiş et ürünlerinde kalıntı nitrit miktarı, N-nitrozo bileşenler ve kanser oluşumu arasındaki ilişki üzerine 1970 yılından beri araştırma konusudur. Nitrat ve nitritin insan sağlığına olumsuz etkilerinden dolayı, sınırlı dozlarda kullanılması gereklidir. Buna ek olarak epidemiyolojik ve klinik çalışmalar doğrultusunda bitki kökenli nitrat ve nitritin gastrointestinal bağışıklık fonksiyonu ve kardiyovasküler sağlık için temel fizyolojide etkisi bulunmaktadır. Nitrat ve nitritin tüketimi kanser riskleri ile ilişkilendirilse de bu bileşikler, sindirim veya pişirme sırasında diğer bileşenlerle birlikte reaksiyona girerek kanserojen formu etkin olur (Turp, & Sucu, 2016). Nitratın nitrite dönüşümü insan ve hayvanların sindirimi sonucu olduğu gibi mikroorganizma yükü fazla olan organik maddelerle kontamine sularda ya da sulu kontamine gıdalar da meydana gelebilir (Sancak ve ark., 2004).

Nitrat iyonları tüketiminin doğrudan metabolizmada toksik etkisi olmayıp, bakteriler tarafından salgılanan nitrat redüktaz enzimiyle daha toksik nitrit iyonlarına dönüşür. Tüketim sonucu vücuda alınan nitratın büyük bir miktarı dışkı yoluyla hızla atılır, bir kısmı da ağızda mevcut olan bakteriler sayesinde nitrite indirgenip yutma ile mideye taşınır. Böylece bağırsakta tamamlanan sindirim ile vücuda alınan nitratın yaklaşık %20'sinin nitrite dönüşür (Turp, & Sucu, 2016).

Nitrat; çeşitli gıdalarla insan ve hayvanların tüketiminden sonra mikroorganizmaların enzimleri ile parçalanması sonrası nitrit ve amonyaka indirgenir. Geri kalan fazla nitrat midede nitrit ve amonyakla birlikte vücutta emilim sonucu kan dolaşımına geçer. Nitrit, nitrat ile kıyaslandığında 10 kat daha toksik etkili bir maddedir. İnsanlar üzerinde letal doz 80-800 mg nitrat/kg vücut ağırlığı ve 33-250 mg nitrit/kg vücut ağırlığı olarak tespit edilmiştir (Öztürk ve ark., 2015).

Nitrat formu midede bakteriyel etkilere bağlı olarak nitrite dönüşür, nitrit ise nitrozamin bileşiğine dönüşebilir. İnsan ve hayvanların beslenme gereksiniminden dolayı aldıkları nitrat ve nitritin kimyasal yapısı ve miktarına bağlı olarak akut veya

kronik zehirlenmeler oluşabilir. Birinci tür zehirlenme akut zehirlenme; nitrit ile hemoglobinin etkileşime girerek methemoglobin oluşmasıdır. Hemoglobindeki Fe^{+2} yükseltgenip Fe^{+3} 'e dönüşür, böylece kanın O_2 taşıma görevi engellenir veya azalır. Bu durum “methemoglobinemi” olarak tanımlanır. Çocuklar için tehlikelidir ve “mavi bebek sendromu” olarak bilinmektedir (Candan, & Bağdatlı, 2018; Öztürk ve ark., 2015; Sancak ve ark., 2004; Turp, & Sucu, 2016). Bebeklerde, methemoglobine bağlı olumsuzluklar genellikle hazır mama ile bebeğin beslendiği ve mama hazırlanmasında nitrat içeren su kullanılması sık karşılaşılan durumudur. Çocuklar ve hamileler nitrat ve nitrit içeren gıdaları tüketmemelidirler (Erkmen, 2010). Yetişkin bireylerde methemoglobin, methemoglobin-redüktaz enzimiyle tamamen hemoglobine dönüşebilir. Fakat bazı çalışmalarda yetişkinlerde de methemoglobinemi oluşabilir. Nitritin etkisi ile hemoglobin methemoglobine dönüştürülür toksik etkisine ek olarak nitrit iyonları doğrudan damarlardaki düz kasların genişlemesine neden olur ve sistemik arteriyel kan basıncında düşmesine, dolaşım bozukluğu sonrasında şoka neden olmaktadır. İkinci tür zehirlenme ise kronik nitrit zehirlenmesi; gıda ya da tüketim sonrası vücutta oluşan nitrozaminlerden meydana gelir. Nitrit, reaksiyona uygun oartamlarda nitrozaminlerin oluşumuna katılır ve oluşan bileşikler kanserojen, mutajen ve/veya teratojen etkileri ortaya çıkar. Nitritin tüketim dozu, sıklığı ve şekline bağlı olarak, vücutta pek çok organ bu etkilere maruz alabilir (Kaynakçı, & Kılıç, 2009; Turp, & Sucu, 2016).

Nitrit ve nitratların nitrozamin gibi kanserojen bileşiklere dönüştükleri, bu bileşiklerin karaciğer, akciğer, böbrek, gırtlak, mide ve pankreas kanserlerinin predispoze rol almaktadırlar. Mide kanseri, nefes daralması ve baş dönmesi gibi rahatsızlıklarında nedenlerinden biridir. Bebek ve küçük çocukların bu tür gıdaları yemesine izin verilmemelidir. Nitrit ve nitratın venöz kan basıncını düşürmeleri sonucu hipotansiyona ve dolaşım kollapsına neden olurlar (Erkmen, 2010).

Et ürünlerine yüksek miktarda kullanılan nitratların bakteriyel enzimlerle nitrite indirgenmesi, gıdada bulunan sekonder aminlerin nitrit ile reaksiyonu sonrası kuvvetli kanserojenik etkili nitrozaminler oluşur. Nitrozaminlerin oluşma aşamaları ve tolere edilebilir limitlerin üzerinde vücuda alındıklarında insan sağlığının nasıl etkilendiğini açıklamak için pek çok çalışma yapılmaktadır (Sezer ve ark., 2013).

Gıdalara katılan nitrat ve nitrit, toksik etkileri; hayvansal ürünlerdeki ya da sindirim esnasında metabolizmada bulunan sekonder aminlerle birleşerek oluşturdukları nitrozaminlerle meydana gelir. Nitrozaminlerin kanserojenik etkisi hem insanlar ve hem de hayvanlarda görüldüğü 1980'lerin başından beri bilinmektedir (Kaynakçı, & Kılıç, 2009).

2.10. Nitrozamin

Son zamanlarda bilimsel çalışmaların artması ile nitrit ve nitratın sağlık açısından kötü etkilerinin açıklanması sonucu tüketicilerde bu maddeler hakkında bilinçlenme artmıştır. Et teknolojisi gereği kullanılan katkı maddesi olan nitrit, son üründe kullanılan miktardan daha az olmasına rağmen kalıntı nitrit miktarı, aminler ve amidlerin bulunduğu ortamda kolayca tepkimeye girerek kanser oluşum riskinden dolayı önem teşkil eder (Candan, & Bağdatlı, 2018)

Nitrat ve nitritler az miktarda tüketimi insan sağlığında olumsuz etkileri olmamaktadır. Fakat çok fazla miktarda nitrat ve nitrit organizmaya alınır veya gıdalara eklenir ise, gıdalarda veya vücutta N-nitroso bileşikleri oluşturarak zehirlenmelere ve kanserojenik etkilere neden olabilirler (Kuyumcu, & Yurttagül, 2000).

Avrupa Komisyonu Gıda Bilimsel Komitesi (SCF), 1995 yılında bağımsız uzman komitelerinde nitratın güvenliğini değerlendirdi ve kabul edilebilir bir günlük alım (ADI) olarak 3,65 mg/kg vücut ağırlığı gün⁻¹ (60 kg'lık bir yetişkin için 220 mg gün⁻¹ 'e eşdeğer) önerilir. Nitrit için ADI 0,07 mg/kg vücut ağırlığı gün⁻¹ olup, 60 kg ağırlığındaki bir kişi için 4,2 mg gün⁻¹ 'e eşdeğerdir (Temme ve ark., 2017).

İyileştirilmiş et ürünlerinde nitrit ve nitrat tuzlarının tüketimi, mide, karaciğer, yemek borusu ve beyin tümörlerinin gelişimiyle bağlantılı olan, başta N-nitrozaminler olmak üzere kanserojen ve mutajenik nitrozaminlerin oluşumu ile ilişkilendirilmiştir ve çocuklarda lösemi riskini arttırdığı açıklanmıştır (Alirezalu ve ark., 2019). Nitrat ve nitrit kürleme tuzlarının özellikle gıdalarda oluşturdukları nitrozaminlerin mutajenik ve teratojenik etkileri oldukça yüksektir (Sezer ve ark., 2013).

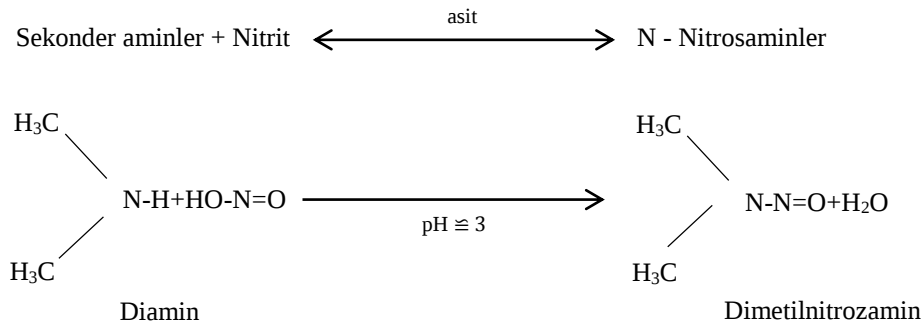
Nitrozaminler genellikle sekonder amin ve nitrit arasında reaksiyona girer. Nitrozaminlerin oluşumu karmaşık bir süreçtir. Et ürünlerinde, bu bileşiklerin oluşumu nitrit seviyesi, işleme adımları (fermentasyon, kurutma, ısıl işlem vb.), mikroorganizmaların dekarboksilaz aktivitesi, kalıntı nitrit, su aktivitesi ve pH gibi faktörlere bağlıdır. Ayrıca pişirme sıcaklığı, süresi, pişirme yöntemi, nitrozasyon katalizörleri, inhibitörleri ve saklama koşulları nitrozamin oluşumunu etkiler (Sallan ve ark., 2020).

Kürlemede kullanılan bu kimyasal maddeler midede asitle birleşerek, kanserojen etki oluşturan nitrozaminlerin N-Nitroza bileşiklerinin öncü maddesidir. Hayvanlarda pankreas tumörü oluşumuna indükleyici faktör olup, özafagus, karaciğer, mide, böbrek, bağırsak, merkezi sinir sistemi ve lenfoid sistem kanserlerine predispoze oldukları düşünülmektedir ve tüketim miktarlarının sınırlandırılmasını gerektirmektedir. Kanser araştırmaları verileri sonucunda; günlük 100 g kürlenmemiş et tüketimiyle kolon kanseri görülme riski %12-17 iken; 25 g kürlenmiş (nitritle korunan) kırmızı et tüketimi ile oluşacak risk %49 oranında artar (Kaya Cebioğlu, & Önal, 2018).

N-nitrozo bileşiklerine maruz kalma insanlar için genelde iki şekilde görülür. İlki, N-nitrozo bileşikleri gıdalarda katkı maddesi halinde kullanılan veya gıdada doğal olarak var olan nitritin ve nitrat çeşitli biyolojik aşamalardan sonra metabolize olup vücuda endojen alımıyla oluşurlar. İkincisi, et ürünlerinde mikrobiyal bozulmanın önlenmesi, tekstür standardı oluşturmak için kırmızı et, balık ve peynirlere ilave edilen nitritli kürleme ajanlarının gıdalarda hali hazırda bulunan aminler ile reaksiyonu sonucunda vücuda eksojen olarak alımı sonucu meydana gelir. N-nitrozo maddelerinin oluşmasında; gıdaların pişirme süresi, pişirilme şekli ve uygulanan ısı gibi faktörler etkili olur. Özellikle kızartma işlemi uygulanıp tüketime hazırlanan nitritli kürlenen etler için N-nitrozo bileşiklerinin daha da fazla miktarda arttığı bildirilmiştir. Araştırmalara göre; insanlardaki kanser vakalarının %60'nın beslenme kaynaklı olduğu açıklanmıştır. Beslenme kökenli kanser risklerinin azaltılması için gıdalarda bulunan kanserojen N-nitrozo bileşikleri daha düzenli denetlenmeli ve kullanılan gıda katkı maddeleri sınırlandırılmalıdır (Çakmak, İşleyen, & Usca, 2009).

Nitritli kürleme tuzu eklenmiş gıda maddelerinde N-nitrozo bileşiklerinin varlığı ve söz konusu bileşiklerin gıdalarda nitrozodimetilamin (NDMA) oluşumuyla hepatotoksik etkisi yıllardır bilinmektedir. N-nitrozo bileşiklerinin kanser potansiyeli olduğu deney hayvanları üzerinde yapılan çalışmalar ile açığa çıkarılmıştır. Nitrit ve nitrojen oksitinin sekonder aminlerle tepkimeleri sonunda N-nitrozo bileşikleri meydana gelir. Ayrıca N-nitrozo bileşikleri yapısında nitrit bulunan ya da nitrojen oksite maruz kalmış gıda maddelerinde mevcuttur (Çakmak ve ark., 2009).

Kürleme işlemi bittiğinde nitrosomiyoglobine (NOMb) miktarı yaklaşık %30-40'dır. Kürlenen et ürünlerine eklenen nitrat ya da nitritin tamamının myoglobine bağlanmaması veya olması gerekenden daha çok miktarda nitrat ve nitrit kullanımı sonunda kürlenmiş olan üründe kalıntı nitrit bulunmaktadır. Kalıntı halde bulunan nitrit ortamdaki sekonder aminler ile kürleme işlemi esnasında ortam pH'sının düşük olması halinde azot oksit veya azot dioksit ile elektrofilik yer değiştirme reaksiyonlarına girer ve N-dimetilnitrozamin (DMNA) veya dietilnitrozamin (DNA) gibi kanserojen etkili bileşikler meydana gelir. Et ürünlerinde yapılan çalışmalarda; di-n-propilamin, dimetilamin, trimetilamin, 2-feniletilamin, n-propilamin, izopropilamin gibi aminlerin varlığı tespit edilmiştir. Nitrit/nitrat kullanımıyla nitrozamin oluşum mekanizması Şekil 5'te mevcuttur. Nitrozaminlerin kuvvetli kanserojenik etkili maddeler olmalarının yanında mutajenik ve teratojenik etki de vardır. Nitrozaminler, nitratların bakteriyel indirgenmesiyle veya gıdalara ilave edilen aminlerin reaksiyonu sonucu oluşurlar (Candan, & Bağdatlı, 2018).



Şekil 5: Nitrozamin oluşumu (Candan, & Bağdatlı, 2018).

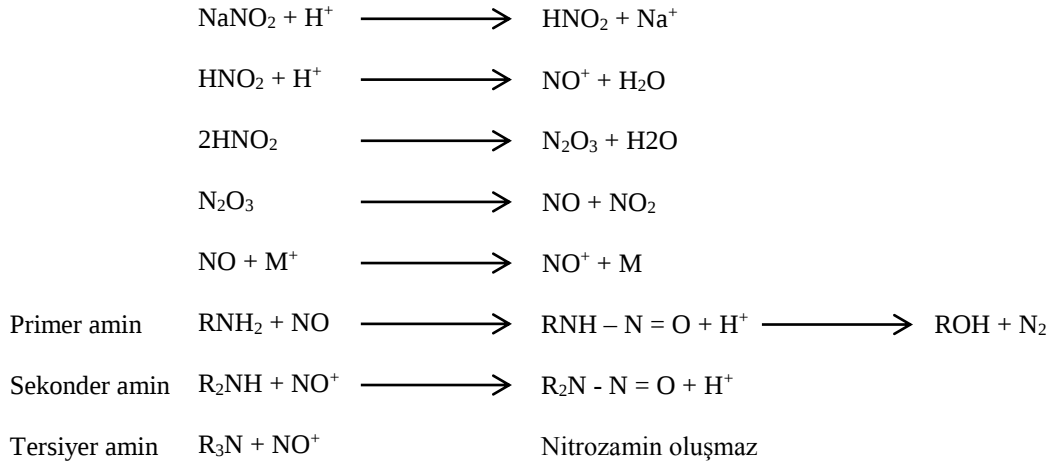
İnsan beslenmesinde nitratın zararsız olduğu düşüncesi vardır, fakat son zamanlardaki çalışmalara göre nitrat içeren besinin ağıza alınmasıyla burada bulunan

bakteri enzimleri, tükürük sıvısı ile nitrite indirgenmesi şekillenir. Sindirim sistemine alınan nitrat normal şartlarda bağırsakta emilir, fakat az miktarı ağız boşluğunda tükürük bezleri etkisiyle nitrite indirgenir. Bu mekanizmayla meydana gelen nitrit miktarı düşük olmasına rağmen nitrit zehirlenmelerine neden olur. Diğer yandan ise zararlı birtakım reaksiyonlara da neden olur. pH düşük olan ortamlarda nitrit nitroz aside (HNO_2) yükseltgenir. Sekonder aminler ile nitrit oksit arasında reaksiyon oluşabilmesi için ortamın çok düşük seviyelerde pH'sı olmalıdır. Kürlenmiş et ürününün son halinde mevcut olan kalıntı nitrit, ürün tüketiminden sonra mide öz suyunda tepkimeye girmektedir. Reaksiyona uygun şartlar bulunan midede N-nitrozaminler kolayca oluşur. Burada şekillenen nitrozaminler emilim işleminden sonra bağırsakta kolon kanseri oluşumuna etkilidir (Candan, & Bağdatlı, 2018; Sancak ve ark., 2004).

N-nitrozo bileşenlerinin varlığı, başlıca kolorektal kanser olmak üzere bazı kanser çeşitlerinin de oluşmasında etkilidir. Tüketicilerin, standart üretimde olan et ürünlerinin tüketimi ile sağlık risklerinin temelindeki nedenler hakkında günümüzdeki çalışma verileri aktarılmaktadır. Böylelikle doğal katkı (nitrit/nitrat alternatifi), doğal üretilen et ürünlerine talepler artmaktadır (Turp, & Sucu, 2016).

2.10.1. Nitrozamin Oluşumu Etkileyen Faktörler

Nitrozaminler; yüksek sıcaklıklara sahip ortamda nitrit ve aminlerin reaksiyonu ile meydana gelir. Taze ette amin miktarı oldukça azdır, fakat olgunlaşma ve fermentasyon ile bu miktar artar. İkincil, sekonder aminler nitrozamin oluşumuna katılırlar, birincil aminler ise hemen alkol ve azota dönüşürler. Üçüncül aminler ise reaksiyona girmemektedirler. Tepkimeler Şekil 6'dadır.



Şekil 6: Nitrozaminin oluşumundaki kimyasal reaksiyonlar (Turp, & Sucu, 2016).

Nitrat veya nitritin bulunduğu gıdaların tüketilmesiyle insan vücudunda ya da et ürününde de nitrozamin oluşabilmektedir. Nitrozamin oluşumuna etken faktörler; etin kalitesi, yağ içeriği, et ürününe ilave edilen nitrit miktarı, diğer bileşenler, kurutma ve dumanlama süresince uygulanan ısı işlem, olgunlaştırma ve depolama koşulları, ambalajlama, mikrobiyal yükü, ortamın sıcaklığı, ürünün tüketim için pişirme metodu ve süresi, tuz konsantrasyonu, kalıntı nitrit miktarı ve pH gibi faktörlerdir. Nitrit ve aminlerden N-nitrozamin bileşiklerinin oluşması; nitrit ile amin miktarına, aminlerin yapısına, reaktiflerin yoğunluğuna ve reaksiyon ortamında bulunan bazı inorganik iyonların varlığına bağlı olarak değişmektedir (Candan, & Bağdatlı, 2018, Kaya Cebioğlu, & Önal, 2018). Ayrıca bakteriler, sıcaklık (100-185 °C) ve pH değeri (3-7) de nitrozamin oluşumunda önemli rol oynamaktadır. Uygun fizyolojik şartlarda, kimyasal reaksiyon veya bakteriyel faaliyetlerle midede nitrozamin oluşumunun gerçekleşebildiği belirtilmiştir. Reaksiyon şekillenen ortamda bazı iyon ve bileşiklerin varlığı da nitrozamin oluşumunda önemli rol oynar. Örneğin, tiyosiyanat iyonu bu oluşumu hızlandırır, askorbik asit engeller, ayrıca tokoferol, laktik asit ve eritorbatın da reaksiyonu azalttığı bildirilmiştir (Turp, & Sucu, 2016).

Gıda zehirlenmeleri konusu hakkında çalışan araştırmacılar ve et üretim endüstrisinde çalışanlar için N-nitrozo bileşikleri ilgi konusu olmuştur. Batı ülkelerinde araştırmacıların üzerinde en çok çalıştığı ürünler içinde yaygın tüketimi olan domuz pastırması ele alınmıştır. Satışı genelde vakumlanmış paketler halinde

olan domuz pastırmasında anaerob *Clostridium botulinum*' a ait toksini oluşumunu engellemek için eklenmesi gereken nitrit miktarı üzerine oldukça farklı görüşler olmuştur. Domuz pastırması üzerine yapılan çalışmalar sonucunda üründe sodyum nitrit miktarı maksimum 200 mg/kg şeklinde belirtmişler ve Amerika Birleşik Devletlerinde sosis, jambon ve konserve sığır eti gibi kürlenerek tüketilen et ürünlerine de sınırlamadırma getirilmiştir. Eski zamanlarda balıkların kürlenmesinde de nitrit için bir limit yoktu. Kürlenmiş etlerde nitrozaminlerin 1960'lı yıllardaki analizleri de gerçeği tam olarak yansıtmıyordu. N-nitrozo bileşikleri 20. yy'ın başından bu yana kimya literatürlerinde tanımlanmış olsa da 1956 yılına kadar önem kazanmamıştır (Çakmak ve ark., 2009).

Nitrozaminlerin insan ve hayvanlarda kanser predispoze etkisi 1980'lerden beri bilinmektedir. Gıdalarda katkı maddesi olarak nitrat ve nitrit kullanımına yasal sınırlandırmadan önce, 20. yy'da Almanya'da et ürünlerine yüksek dozlarda eklenmesi nedeniyle ölüm vakaları saptanmıştır. Nitrit ve nitratların kullanımına bu olaylardan sonra belirli sınırlar dahilinde yasal zorunluluk getirilmiştir. Ülkemizde yapılan bazı piyasa çalışmaları sonunda kürlenmiş et ürünlerinde kalıntı nitrit, nitrat miktarının tespiti yapılmış ve kürlenmiş et ürünleri üretiminde yasal sınırları aşan miktarlarda kullanıldığı belirtilmiştir. İnsan sağlığında direk etkisi olan bu maddelerin kullanım ve kalıntı miktarı denetimlerinin önemi oldukça büyüktür (Öztürk ve ark., 2015).

Sindirim yoluyla alınan nitrat ve nitrit ilk olarak 1970'lerde sorun olarak ele alınmıştır. Bu maddelerin ağız kavitesine alımının ardından midede kanserojen nitrozaminlerin oluşabileceği araştırılmaya başlanmıştır. Daha sonraki çalışmalar, tipik olarak alınan nitrit ve nitratın %5'inden daha azının işlenmiş etten, geri kalanının ise sebzelerden ve tükürükten geldiğini göstermiştir. Bununla birlikte, 2006 yılında Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC), "Endojen nitrozasyona neden olan koşullar altında yutulan nitrat veya nitrit muhtemelen insanlar için kanserojendir" sonucuna varıldı. IARC raporu halen devam ederken, sonuçların bir gıda katkı maddesi olarak nitrit hakkındaki soruları ve endişeleri artırması muhtemeldir olacaktır (Sebranek, & Bacus, 2007).

Bağırsaktaki besin emilimini inhibe edici etki nitritin olumsuz etkilerinden kaynaklanır ve midenin asidik koşullarında nitrit, kanserojen bileşikler olan

nitrozamine neden olur. Bir çalışma, et ürünlerini korumak için nitrit ve nitrat kullanımının mide kanseri riskini artırdığını göstermiştir. Bileşiklerin bu et ürünlerinde uygulanan sıcaklığın 130 °C'nin üzerine çıktığında oluşur. İran'da nitritin izin verilen standardı sosis, salamda 120 mg/kg'dır. Öte yandan nüfus ve başta et ürünleri olmak üzere birçok gıda fabrikası artmakta, bu yerlerde özellikle insanlara zararsız katkı maddeleri olmak üzere tüm sağlık yönleri ve katkı standartlarına uyulmalıdır (Khodadady, Shahryari, Dorri, Sharifzahad, & Ziyazade, 2012).

İlaçlarda bulunan sekonder amino bileşiklerin de midede bulunan yiyeceklerde nitrit veya nitrozolama ajanı olması durumunda etkileşimleri sonrasında da N-nitrozo bileşikleri oluşmaktadır. Endojen nitrozolamanın da N-nitrozo bileşiklerinin oluşumunda önemli bir kaynak olduğu deneysel olarak ispatlanmıştır (Çakmak ve ark., 2009).

Nitrozamin, düşük konsantrasyonlarda bile birkaç gıda ve gıda ürününü kontamine eden bir kanserojen bileşikler sınıfıdır. Oksitlenmiş nitrozaminler, DNA'nın alkilasyonunu destekleyen karbon iyonu ara maddeleri oluşturduğunda. Nitrozaminler, dozun büyüklüğüne ve sıklığına ve uygulama yoluna bağlı olarak karaciğer, böbrek, akciğer ve pankreas gibi birçok organda tümör oluşumunu indükler. Bileşikler, aminlerin ve nitrozlama maddelerinin, nitrit, nitrat, nitrojen oksit veya nitroz asidin reaksiyonuyla oluşturulur. Nitrozaminler genellikle stabildir ve ışık veya asit tarafından sadece yavaş bir şekilde ayrışır, oluşumlarını tetikleyen birkaç faktör ise pH, çevre, amin alkalinitesi ve sıcaklıktır. Ayrıca nitrozasyon ajanlarının ve sindirilen aminlerin etkileşimi ile insan midesinde veya ince bağırsakta endojen olarak oluşturulabilirler. Analitik amaç için nitrozaminler uçucu olmayan ve uçucu bileşikler olmak üzere iki gruba ayrılır. Uçucu olmayan maddeler kanserojen olmadıkları için daha az araştırma konusu oldu. Gıdalardaki uçucu N-nitrozaminlerin düşük konsantrasyonuna ve bunun sonucunda insanlara çok az maruz kalmalarına rağmen, konuyu ciddiye almanın kaçınılmaz iki nedeni, deney hayvanlarındaki kanserojen etkilerinin oldukça önemli olması ve ikinci olarak, insanların daha hassas olabilmesidir. Gıdalardaki izin verilen uçucu nitrozamin seviyesi birkaç ülkede düzenlenmiştir ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO), taze ve tütülenmiş gıda maddelerinde izin verilen N-nitrozamin seviyesini sırasıyla 0,002 ve 0,004 mg / kg olarak sınırlamıştır (Chienthavorn, Subprasert, & Insuan, 2014).

2.10.2. N-Nitrozo Bileşikleri ve Kansere Oluşumuyla İlişkisi

Yapılan bazı çalışma verilerine göre; insanda kanserin %60'ı beslenme ile ilişkilidir. Kansere oluşumunun gıda maddelerindeki hangi katkı maddelerinden kaynaklı olduğu araştırma sürecindedir (Çakmak ve ark., 2009). Bazı epidemiyolojik çalışmalar, kırmızı veya işlenmiş etlerdeki diyet nitritiyle kanser arasında bir ilişki olduğunu öne sürerken, diğerleri çelişkili sonuçlar ortaya çıkmıştır. Derlemeler ve meta analizlerine göre sonuçlar farklı olabilir (Kim, & Hur, 2018).

Eskiden günümüze kadar yapılan çalışmalarda yaklaşık 300 adet N-nitrozo bileşiği tespiti yapılmış ve bu bileşiklerin %90'ı deney hayvanları üzerindeki çalışmalarda kansere etken olduğu bulgular ile açığa çıkmıştır. NDMA (N-Nitrosodimethylamine)'nın fareler üzerinde yapılan çalışmada karaciğer kanserine etken olduğu bildirilmesinden sonra, nitrozaminlerin ve N-nitrozo bileşikler toksik olma özellikleride araştırılması ele alınmıştır. Yapılan bir çalışmada; NDEA (nitrozodietilamin) kullanılan 40 tür canlının tamamında kanserojenik etki oluşmuştur. Başka bir diğer bulgu ise, etkene maruz bırakılan canlıların maruz kalınan N-nitrozo bileşiğinden, etkilenen organ, canlının türü ve kanserojen etkili kimyasalın oluşumuna bağlı olarak değişkenliği söz konusudur. Kimyasalın dozu, tüketim şekli ve sıklığı, etkilenen organın (böbrek, akciğer ya da karaciğer gibi) farklı olmasına neden olmakta ve tümörün meydana geldiği hedef hücrenin değişmesine yol açmaktadır (Çakmak ve ark., 2009).

Başka bir çalışma verilerine göre; fare ve ratlar üzerinde 351 çeşit kanserojen madde enjekte edilmiş, organlar üzerindeki etkileri; santral sinir sistemi, kemik, hemopoietik sistem, özefagus, deri, böbrek, karaciğer, kalın bağırsak, meme dokusu, akciğer, nazal boşluk, ağız boşluğu, ince bağırsak, mide, idrar yolları, testis, vajina ve vasküler sistem kanserlerine etken olduğu açıklanmıştır (Candan, & Bağdatlı, 2018; Kaya Cebioğlu, & Önal, 2018).

Alkilnitrozokarbamatlar veya alkilnitrozoüreler gibi nitrozaminlerin ise doğrudan gastrointestinal sistem, sinir sistemi, mide ve kemiklerde tümöre etken olduğu açıklanmıştır. Ayrıca hamilelikte son dönem plasenta yoluyla beslenme esnasında fare yavrularında sinir sistemi ve beyinde tümör oluşumunu tetiklediği ispatlanmıştır. Sinir sisteminde kanserojen etkiye sahip az madde vardır, fakat

alkilnitrozüre bu maddelerin en etkilisidir. İnsanlar, özellikle çocuklarda oluşan beyin tümörlerinin sebebinin incelenmesinde besinler ile tüketilen alkilnitrozüre hakkında çalışmalar dikkat çekicidir. ABD’de yapılan bir çalışmaya göre; haftada beş adetten fazla sosis içeren sandviç tüketen çocuklarda sinir sistemi tümörlerinin görülmesinin yüksek olduğu raporlanmıştır (Çakmak ve ark., 2009).

Yapılan başka bir çalışmada kürlenmiş sosis tüketimi ile beyin tümörleri arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Diğer bir çalışmada çocukluk dönemlerinde yoğun sosis tüketimi ile lösemi arasında pozitif bir ilişki olduğu saptanmıştır. Kürlenmiş et tüketen annelerin bebeklerinde tümör insidansının yüksek olduğu saptanmıştır. Diyetle alınan nitrit miktarının anne sütündeki nitrat miktarını etkileyip etkilemediğinin araştırıldığı bir çalışmada 20 sağlıklı ve bebeğine süt veren anneye artan dozlarda nitrat verildiğinde hem idrarlarında hem de sütlerindeki nitrat miktarının arttığı gözlenmiştir (Kuyumcu, & Yurttagül, 2000).

Diğer bir araştırmada hamilelik boyunca annenin tükettiği sodyum nitrit çocuğunda beyin tümörüne sebep olmuştur. Bir çalışmada; 24 yıl boyunca postmenopozal kadınlarda işlenmiş et ürünlerine ilave nitrit tüketilmesi sonucu yumurtalık kanserlerinin oluşumunda pozitif bir etkileşim olduğu raporlanmıştır (Gültekin, & Akı, 2019).

Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) 2010 yılında tarafından yapılan değerlendirme sonucunda; nitrit ve nitratı insanlar için Grup 2A (muhtemelen karsinogenik) sınıfına almıştır. Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı’nın 2015 yılında hazırladığı rapora göre; kırmızı et ürünleri tüketiminin kolorektal, pankreatik ve prostat kanseriyle pozitif ilişkili olduğunu ve bu yüzden de Grup 2A (insanlar için muhtemel karsinogenik) sınıfına alındığı bildirilmiştir (Gültekin, & Akı, 2019).

2.11. Et ve Et Ürünlerinde Gıda Güvenliği için İndikatör Olarak Kullanılan Mikroorganizmalar

2.11.1. Aerobik Koloni Sayısı

Aerobik koloni sayısı; ürünlerdeki hammaddelerin ve işletme ortamının genel mikrobiyolojik kalitesi, ürünün raf ömrü ve üretim sırasında hijyen koşulları göz önüne alındığında önemli bir faktördür (FAO, 1992; Yıldırım, 1996). Hijyen kurallarına uymayan üretim yerlerinde etler/et ürünlerinde, mikroorganizma yükü çok fazladır. Bu etmenlerden dolayı da mikrobiyal üreme/çoğalma hızlıca şekillenir. Aerobik koloni sayısı et ve et ürünlerinde bozulma halini belirleyici bir faktör olmasının yanı sıra, ürünlerde duyuşal değışiklikler 10^7 kob/g, ürün yüzeyinde yapışkan madde oluşumu 10^8 kob/g değerlerinde görölmeye başlar. Genel olarak etlerde mikroorganizma yükü $10^7 - 10^8$ kob/g'a ulaştığında organoleptik/duyuşal özelliklerindeki kötüleşmelerden dolayı kokuşma oluşur, et bozuk olarak nitelendirilir (Erol, 2007; Öztan, 2003).

2.11.2. Koliform Bakteriler ve *E. Coli*

“*Koliform*” taksonomik değeri olmasa da daha çok *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Aeromonas* ve *Citrobacter* altındaki birkaç türü temsilen kullanılır. Bakteriler: Gram negatif, sporsuz, çubuk şeklindedir. Türler; hareketli, pek çok yüzey aktif maddeye karşı dirençli ve fakültatif anaerob olarak 32 – 35 °C’de 48 saat içinde laktozu fermente edip asit ve gaz üretebilirler. Koliform grubunda bazı türler 44,5°C’de, diğere bazı türler ise 4 – 5 °C’de gelişim gösterebilir. Optimal gelişim ortamları pH > 4,0 ve aw değeri ≤ 0,92’dir. Aside karşı direnç gösteren türler pH < 4,0 değerlerinde üreyebilir, canlılıklarını koruyabilirler. Koliform türleri düşük seviyelerde ısı işleme duyarlıdır ve pastörizasyon işlemi sonrasında canlı kalamazlar (Hitchins, Hartman, & Todd, 1992). Koliformlar; insanlar, kanatlı ve sıcakkanlı hayvanların dışkılarında doğal olarak bulunurlar. Birçok hayvansal ve bitkisel pişmemiş gıdada ve gıdada kullanılan katkı maddelerinde tespiti mümkündür. Gıdaların buzdolabı sıcaklıklarında gelişme

göstermelerinden dolayı, ürün depolanmadan önceki koliform yükü düşük olmasına rağmen, buzdolabı koşullarında depolanması sırasında dahi sayıları artar. Isıl işleme tabi olan gıdalarda, dışkı kontaminasyonu dışında üretim yerinde yeterli sanitasyon önlemlerinin alınıp alınmadığına dair indikatör olarak değerlendirilir. Koliform bakteriler günümüzde sıklıkla hijyen ve kontaminasyon indikatörüdürler (Splittstoesser, 1983; Tompkin, 1983; Reinbold, 1983). Isıl işlemle önceki aşama yani çiğ gıdalarda olması, yüksek sayıda olsa da (10^4 kob/g ya da ml) önemli bir durum olarak değerlendirilmez. Çok fazla olan bakteri yükünde ise; dışkı ile bulaşma, uygun sanitasyon önlemlerinin alınmamış olması ve enterik patojenlerin varlığı söz konusudur. Böyle durumlarda düzeltici önlem uygulamaları gerekmektedir (Hitchins ve ark., 1992; Matches, & Abeyta, 1983).

E. coli, ilk kez 1885 yılında Dr. Theodor Escherich tarafından tanımlanmıştır. İlk serotiplendirmesini Kauffmann yapmıştır (Doyle, & Padhye, 1989). *E. coli* 'nin yedi yüzden fazla antijenik serotipi tanımlanmış olup; serotiplendirilmesinde O, H ve K antijenleri temeldir (Burvenich, Van Merris, & Mehrzad, 2003; China, & Goffaux, 1999). Sporsuz, Gram negatif, çubuk formunda, oksidaz negatif, katalaz pozitif ve fakültatif anaerobdur. Mezofil bakteridir, optimal üreme sıcaklığı 37 °C'dir, fakat bazı ETEC suşları 4 °C' üreme gösterirler. Optimal pH değeri ise nötre yakındır fakat diğer koşulların uygunluğunda pH 4,4 civarı oldukça asidik değerlerde de üreyebilirler. *E. coli* 'nin ürün işleme teknolojisindeki 60 °C'deki ısıl işlemde dayanıklılık süresi 0,2-2,0 dakikadır ve uzun süreli soğuk ve donmuş muhafaza ortamında canlılığını korur. *E. coli* biyotip I; İndol ve Metil-Red pozitif, Voges-Proskauer ve Sitrat negatiftir. Spesifik testlerin (IMVIC) sonuçlarına göre; tipik *E. coli* sırasıyla (++--), atipik *E. coli* için ise (-+--) dir. *E. coli* patojenik ve non-patojenik olmak üzere iki farklı gruba ayrılır, patojen *E. coli* 'nin bazı suşları bağırsak mukozasına yerleşerek hastalığa neden olurken bazı suşları da enterotoksin üretir. *E. coli* 'nin bazı suşları, özellikle pediatrik gruplarda hafif veya şiddetli ishale seyreden bağırsak infeksiyonlarına (gastroenterit) neden olur (Erol, 2007; Ünlütürk, & Turantaş, 2003). *E. coli* 'nin nonpatojenik suşlarının çoğu hayvan ve insanların doğal bağırsak florasında yer almakta ve dışkıyla çevreye kolayca kontamine olabilir (Burvenich ve ark., 2003). *E. coli*, sıcakkanlı hayvanların ve insanların bağırsak florasında olduklarından dolayı gıdalarda tespit edildiğinde fekal kaynaklı bulaşma

söz konusudur (Erol, 2007). Diyarejenik *E. coli*'ler, enteropatojenik *E. coli* (EPEC), enterotoksijenik *E. coli* (ETEC), enteroinvazif *E. coli* (EIEC), enterohemorajik *E. coli* (EHEC), diffuz-adhering *E. coli* (DAEC), entero- agregatif *E. coli* (EAggEC) olmak üzere altı ana grup altında toplanmaktadırlar. Yapılan çalışmalarda, *E. coli*'lerin, üriner sistem hastalıkları, sepsis, meningitis, yara enfeksiyonları ve enterik hastalıklara neden olduğu bilinmektedir (Walker, 2008; Wasteson, 2002).

2.11.3. Mikrokoklar ve Stafilokoklar

Stafilokoklar ilk kez 1878 yılında Robert Koch tarafından tanımlandı, 1884'teki sınıflandırmaya göre Micrococcaceae familyası içerisinde (Götz, Bannerman, & Schleifer, 2006; Kılıç, 2007). Güncel sınıflandırmada Bacilli sınıfında Bacillales takımında ve Staphylococcaceae familyasında bulunurlar (Schneewind, & Missiakas, 2009). Staphylococcaceae familyasında yer alan bazı türler, konakçı hücreleri ve dokularına yerleşerek enzimler ve toksinler üretilip çeşitli hastalıklar ve toksikasyonlar oluştururlar (Zell, Resch, & Rosenstein, 2008). Gıda mikrobiyolojisi için en önemli türü *S. aureus*'tur (Bergdoll 1989; Erol 2007). Gram pozitif, sporsuz, hareketsiz, çoğunlukla kapsülsüz, katalaz ve koagülaz pozitif, oksidaz negatif, mikroskopta görünümü tipik üzüm salkımı şeklinde, 0,5-1,5 µm çapında ve kok şeklinde bir bakteridir (Erol, 2007; Jay, Loessner, & Golden, 2005). Mezofil bir bakteri olup üreme sıcaklığı optimum 37 °C'dir, optimal pH aralığı 4,5-9,3'dür (Erol 2007). *S. aureus* sağlıklı insanlarda da cilt, saç, boğaz ve burun deliklerinde bulunurlar (Bhatia, & Zahoor, 2007). Gıdaların stafilokoklar ile kontaminasyonunda en önemli neden insan iken, hayvanların derisi ve tüyleriyle gıda işletmelerindeki kontamine alet ve ekipmanlar da önemli bulaş kaynaklarıdır (İşeri, & Erol, 2009). *S. aureus*, hayvanlarda otitis, epidermitis, mastitis ve artritis gibi enfeksiyonlara neden olurken, insanlarda gıda zehirlenmeleri, hastane enfeksiyonları, endokarditis, poliartritis, toksik şok, osteomyelitis, konjunktivitis, idrar yolları enfeksiyonları, folikülit ve pnömoni gibi enfeksiyonların nedenidir (Leonard, & Markey, 2008; Soll, Lockhart, & Pujol, 2003; Uğur, & Ceylan, 2003). Bakterinin patojenitesi; ekstrasellüler enzim üretimi, enterotoksin üretimi, biyofilm oluşumu ve antibiyotik direncidir (Sudağıdan, Çavuşoğlu, & Bacakoğlu, 2008). Stafiloenterotoksikozis:

Bakterinin pek çok türü tarafından oluşturulan ve sindirim sistemi üzerinde etkili olan süperantijenik yapıdaki enterotoksinlerin (Stafilokokal Enterotoksin, SE) gıdalar ile alınmasıyla meydana gelir (Erol, 2007). *S. aureus*'un toksin oluşturabilme seviyesi $\geq 10^6$ kob sayısına ulaşması tehliktir (Baird, & Lee, 1995). *S. aureus*'un etken olduğu gıda zehirlenmelerinde semptomlar genellikle kontamine gıdanın tüketilmesinden sonra 2-4 saat içinde meydana gelir. Semptomlar; kusma, mide bulantısı, ishal, baş ağrısı, şiddetli karın krampları, terleme, bitkinlik ve bazen hipotermi olarak ortaya çıkar, genellikle 24-48 saat boyunca sürebilir. Mortalite oranları ise oldukça düşüktür (Jay, 1992; Jorgensen, Mathisen, & Lovseth, 2005).

2.11.4. Maya ve Küfler

Mayalar, genel olarak tüm çevrede bulunabilen ve gıdalarda bozulmalara sebep olan mikroorganizmalardır (Tayar, & Dokuzlu, 2007). Mayalar, tek hücreli mantarlardır ve fakültatif anaerobik, şekilleri tipik küresel ya da ovaldır ve doğada oldukça geniş bir alanda bulunmaktadır. Ortamdaki oksijeni (O_2) kullandıklarında karbonhidratları karbondioksit (CO_2) ve suya (H_2O) dönüştürebilirler. O_2 'yi kullanmadıkları zaman ise etanol ve karbondioksit (CO_2) oluşturmaktadırlar (Karatepe, Yalçın, Patır, & Aydın, 2012).

Küfler, bakteri ve pek çok mayadan farklı olarak karışık küme halinde gelişmekte ve böylelikle çok hızla yayılırlar. Küf ve mayaların birçok özelliği ortaktır. pH ve su aktivitesi (a_w) aralıkları, soğuğa dayanıklı olmaları, oksijensiz ortamda canlı kalmamaları ve ısıya duyarlıdırlar. Üreme ve gelişme sıcaklıkları 20 °C ile 25 °C arasındadır (Tayar, & Hecer, 2015).

Küfler miselyum oluşturabilen çok hücreli mikroorganizmalardır. Mayalar ise, genellikle miselyum oluşturmazlar. Küfler de mayalar gibi genellikle saprofit özellik gösterirler. Ürünlerin raf ömrünü kısaltırlar, düşük pH değerlerinde yaşamlarını sürdürebilirler. Bununla beraber laktoz ve sakkarozu kolay bir şekilde enerji kaynağı olarak kullanabilmektedirler (Güllü, 2019). Pek çok maya ve küf türü fermente ürünler ve gıda sanayisinde istenmeyen kontaminantlar olarak değerlendirilir. Maya ve küf sayısı, üretim teknolojisi gereği açık hava ile teması olan, yıkama, temizleme işlemi olmadan pakete alınan, soğutma veya dondurma gibi proses uygulanan

gıdalarda kalite kriteri olarak önemlidirler (Özkaya, & Kuleaşan, 2000). Küfler, proteolitik ve lipolitik enzimatik aktiviteleri ile proteinlerin ve yağ parçalanması, et ürünlerinde spesifik aroma geliştirilmesi gibi biyokimyasal reaksiyonlara girebilirler (Asefa, Gjerde, & Sidhu, 2009; Iacumin, Milesi, & Pirani, 2011; Rodriguez, Bernaldez, & Rodriguez, 2015; Sonjak, Licen, & Frisvad, 2011; Vipotnik, Rodriguez, & Rodrigues, 2017). Küflerin antioksidan etkisiyle etin yüzeyinde sertlik oluşumuyla kurumayı önleyerek yüzeyi bazı mikroorganizmalara karşı koruyabilirler (Comi, Orlic, & Redzepovic, 2004; Comi, & Iacumin, 2013; Sonjak ve ark., 2011).

Etlerde bulunan küfler; ürün kalite bozukluğu sonucunda üreticiler için büyük ekonomik kayıplara neden olur (Filtenborg, Frisvad, & Thrane, 1996; Pitt, & Hocking, 1999; Samson, Frisvad, & Hoekstra, 2004). Küf kontaminasyonu bulunan gıdalarda koku, hoş olmayan görünüm, tat bozukluğu ve besin değerinde azalmalar meydana gelir (Filtenborg ve ark., 1996; Papagianni, Ambrosiadis, & Filioussis, 2007). Küf türlerinin bazıları gıdada çeşitli antibiyotik ve mikotoksin üretebilirler ve bunların tüketimi sonucu vücutta oluşan ikincil metabolit toksikasyonlar oluşabilir (Samson ve ark., 2004). Kontamine yemlerin hayvanlar tarafından tüketilmesi ve et ürünlerinin üretim teknolojilerinde kullanılan ham maddelerin doğrudan kontaminasyonu ile et ürünlerinde mikotoksin bulunabilir (Pleadin, Zadravec, & Brnic, 2017). Toksik küfler; *Penicillium* ve *Aspergillus* türleridir ve uzun olgunlaşmaya tabi tutulan et ürünlerinde yüksek miktarlarda bulunurlar (Asefa, Kure, & Gjerde, 2011; Asefa ve ark., 2009; Comi, & Iacumin, 2013; Delgado, Acosta, & Rodriguez Martin, 2015). Mikotoksinler; insanların kontamine gıda tüketimi sonucunda, tüketilen doza göre toksijenik, kanserojenik, hepatotoksik, nefrotoksik, östrojenik, immünosüpresif, mutajenik ve teratojenik etkilere sahiptirler (Hussein, & Brasel, 2001; Richard, 2007).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç

3.1.1. Örnekler

Çalışmada materyal olarak kullandığımız salam örnekleri için, Aralık 2019-Kasım 2020 tarihleri arasında Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Et Ünitesi Biriminde 75 mg/kg (1. grup) ve 150 mg/kg (2. grup) nitritli kütleme tuzu (NaNO_2 -Tomurcuk nitritli kütleme tuzu) ilave edilen iki farklı grup salam üretimi yapıldı. Her grup salam için dört tekrar üretim yapıldı. Böylece toplam sekiz tekrar salam üretimi yapıldı. Salam üretiminin salam hamuru, ön kurutma işlem sonrası, haşlama işlemi sonrası tüketime hazır salamlardan belirtilen aşamalardan, kimyasal (pH, nitrit/nitrat analizi) ve mikrobiyolojik (aerobik koloni sayısı, koliform sayısı, maya-küf sayısı ve *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı) analizler gerçekleştirildi. Son ürün haline gelen salamlardan mikrobiyolojik (aerobik koloni sayısı, koliform sayısı, maya-küf sayısı ve *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı), pH değeri, kimyasal (nitrit/nitrat, tuz, rutubet, yağ, protein, nişasta) ve organoleptik değerlendirme yapıldı. Aynı zamanda her iki gruptaki salamlar vakum ambalajlama yapıp buzdolabında 4 °C’de 3 ay süreyle muhafaza edildi. Salamların buzdolabında saklanması sırasında her ay kimyasal (nitrit/nitrat analizi) ve mikrobiyolojik (aerobik koloni sayısı, koliform sayısı, maya-küf sayısı ve *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı) analizler tekrarlandı. Her iki salam grubunun formülasyonu Tablo 1’de ve formülasyonda içeriği detayı Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1: Salam gruplarının formülasyonları.

SALAM İÇERİĞİ	SALAM GRUPLARI	
	1.Grup	2.Grup
Dana eti	20 kg	20 kg
Kuzu kuyruk yağı	500gr	500gr
Buz	4 kg	4 kg
Nişasta	600 g	600 g
Nitritli kürleme tuzu (NKT)	125 g (75 mg/kg)	250 g (150 mg/kg)
Süt tozu	400 g	400 g
Toz şeker	50g	50g
Zencefil	60 g	60 g
Karabiber	60 g	60 g
Kırmızıbiber	60 g	60 g
Kişniş	20 g	20 g
Askorbik asit	10 g	10 g

Tablo 2: Salam formülasyonları içeriği.

Nitritli kürleme tuzu (NKT) (E250)-Tomurcuk Nitritli Kürleme Tuzu (TR-10-K002544): Sodyum-Nitrit (NaNO_2) %0,6
Yapay slüloz kılıf- Beyza Gıda Kayseri (TR-34-K035466): Fibrus düz kılıf, 5cm çap
Askorbik asit (C vitamini) (E300) Tito (TR-35-K047442)
Yağsız Süt Tozu İzi Süt (TR-42-0782)
Toz Şeker Bal küpü (TR-68-K-000022)
Nişasta Tito (TR-35-K-047442)
Aksu Baharat (TR-16-K-003764)
Karabiber
Kırmızıbiber
Kişniş
Zencefil

Salam Üretim Teknolojisi: Hammadde olarak et 2-3 yaşlı dana etleri kullanıldı. Etler (20 kg) kıyma makinesinden (Arı Makina-PKM32) ilk çekimde 3,5 mm kıyma haline çekildi, ikinci çekimde 2,5 mm kıyma çekimi yapıldı. Buz (4 kg), buz kırma makinesi ile kullanılacak boyutlara küçültüldü (minimum 0,5 cm boyutunda).



Resim 1: Kutere eklenen buzun görünümü.



Resim 2: Kutere eklenen salam hamuru içeriği görünümü.

Kürleme maddeleri; nitritli kürleme tuzu (Tomurcuk, E250) (1. grup salamda 125 gr-75 mg/kg, 2. grup salamda 250 gr-150 mg/kg), şeker (50 gr), ilave edilir, kullanılacak buzun yarısı (2 kg) ilave edilerek kuterlendi (Arı Makina CRT-60). Baharatlar; zencefil (60 gr), kırmızıbiber (60 gr), karabiber (60 gr), kişniş (20 gr) ilave edildi. Karışım sıcaklığı 3-5 °C (sıcaklık kuter makinesinde otomatik olarak ölçüldü) olana kadar kuterlendi. Sonra buzun kalan yarısı, bağlayıcı ve dolgu maddeleri; nişasta (750 gr) ve süt tozu (400 gr), askorbik asit (Tito, E300)(10 gr) ve kuzu kuyruk yağı 3,5 mm büyüklükte çekilip eklendi. Kuterleme işlemi 11-13 °C gerçekleşti. Kuterde buz eklenmesi ve salam hamuru görünüşü Resim 1 ve Resim 2’de verildi. Dolum öncesi analiz için rastgele 500 gr steril numune poşetine hamur numunesinden alındı. Yapay selüloz kılıflara (5cm çapında- Beyza Gıda) dolum makinesi (Arı Makina-HD-40) ile yaklaşık 1m uzunluğunda doldurulup bağlanır. Resim 3’de fırınlanmadan önceki salamlar gösterilmiştir.



Resim 3: Dolum sonrası salamların fırınlanmaya hazır görünümü.

Özel bir firma tarafından yapılmış fırında salamlar ısıtma işlemi için fırına yerleştirildi. Fırın pişirme programları ayarlanıp üç aşamada ısıtma işlemi uygulandı. Birinci aşama ön kurutma aşaması: Fırın derecesi 45°C ayarlandı, salam merkez sıcaklığı 35 °C'ye geldiğinde(salam merkez sıcaklığı 35°C olana kadar ön kurutma yapılır) program otomatik olarak sonlandırılır ve ikinci aşamaya geçer. Buradan analizler için rastgele bir örnek alındı. İkinci aşama dumanlama: Fırın derecesi 60 °C ayarlandı, salam merkez sıcaklığı 40 °C'ye gelince, fırının dumanlama bölümüne 1 kg meşe ağacı talaşı yakılıp bırakılarak 15 dk dumanlama işlemi yapıldı, program otomatik olarak üçüncü aşamaya geçti. Rastgele salam numunesi analizler için alınır. Üçüncü aşama haşlama (pişirme): Fırın derecesi 80 °C ayarlıdır, salam merkez sıcaklığı 72 °C olduğunda fırın kapanır. Fırın buhar ile haşlama işlemi gerçekleştirilir. İşlem ortam koşullarına göre yaklaşık 20 dk sürer. Fırın iç sıcaklığı otomatik termometre ile salam merkez sıcaklığı ürün numune termometresi ile ölçülür. Salamlar duşlama işlemi için fırından çıkarılıp duşlama alanında 4°C'de sıcaklıkta duşlanır ve rastgele salam numunesi alınır. İşlem sonu rastgele salam numunesi alındı. Soğuk odada (4 °C'de) kuruduktan sonra 10 cm boyutunda porsiyonlanarak tek adet şeklinde vakum ambalaj paketlemesi (Murbay SELES DZ-500/2G Vakum Makinesi) yapıldı. Polietilen-poliamid laminasyon yapısında ve BOPET / High bariyer film özellikli Murbay vakum poşetleri kullanıldı. Vakumlu poşet yüksek oksijen bariyeri oluşturarak salam ambalajı için idealdir. Vakum paketin koruma özelliği ile ürünün sağlıklı ve uzun ömürlü olmasını sağlayarak bozulma riskini azaltır. Vakumlu poşet nemin iç yüzeye yayılmasını sağlayarak

buğu oluşumunu önler. 0/4 °C’de 3 ay süreyle muhafazaya alındı. Şekil 7’de salam akış seması bulunmaktadır.



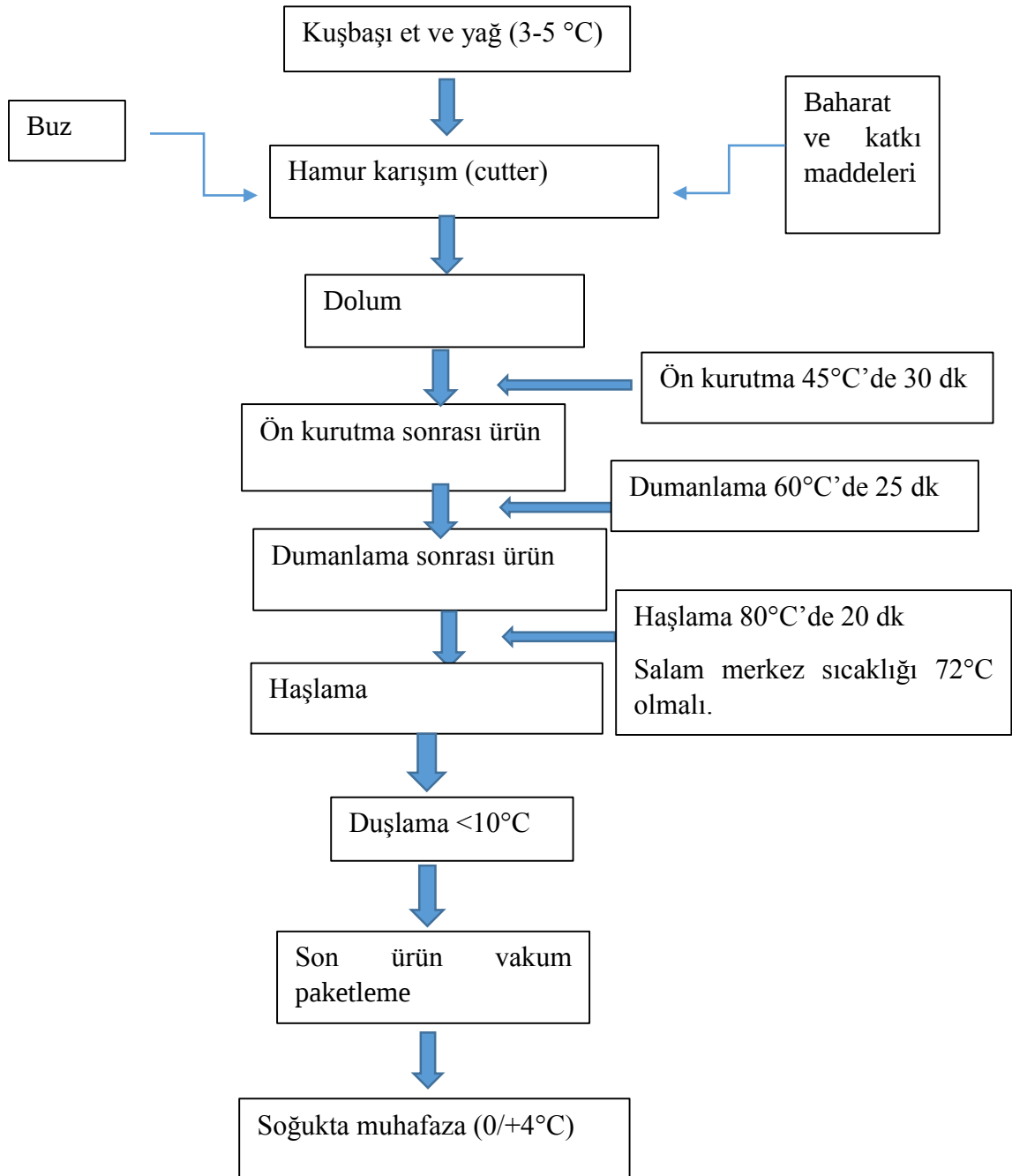
Resim 4: Etürünü ısıl işlem fırını görünümü.



Resim 5: Et ürünü ısıl işlem fırını kontrol paneli.



Resim 6: Isıl işlem fırınında dumanlama işlemi için kullanılan ünite.



Şekil 7: Salam akış şeması.

Birinci grup salamlarda 75 mg/kg nitrit (NaNO_2 -Tomurcuk nitritli kürleme tuzu) kullanılırken, ikinci grup salamlarda 150 mg/kg nitrit (NaNO_2 -Tomurcuk nitritli kürleme tuzu) kullanıldı. Her iki salam grubu için dört tekrar üretim gerçekleştirildi. Salamlar 5 cm çapında, yapay selüloz kılıflara 1m uzunluğunda doldurulup bağlandı. Çalışma sürecinde analizlerin uygulanma zamanı Tablo 3’de gösterilmektedir.

Tablo 3: Araştırma sürecinde yapılan analizler ve analiz zamanları.

Analizler	Salam üretim aşamaları			Salam muhafaza aşamaları		
Kimyasal analizler	Salam hamur karışımı	Salam ön kurutma sonrası	Salam son ürün 0.gün	Salam 30.gün	Salam son ürün 60.gün	Salam son ürün 90.gün
pH	+	+	+			
Yağ			+			
Protein			+			
Rutubet			+			
Nişasta			+			
Tuz			+			
Nitrit /Nitrat	+	+	+	+	+	+
Aerobik koloni sayısı	+	+	+	+	+	+
Koliiform sayısı	+	+	+	+	+	+
<i>Staphylococcus-Micrococcus</i> sayısı	+	+	+	+	+	+
Maya-küf sayısı	+	+	+	+	+	+
Duyusal analiz			+			

3.1.2. pH Tayini

Distile su

%3 KCl

3.1.3. Kimyasal Analizler

3.1.3.1. Nişasta Tayini

Carrez I (Chem Bio CB2260)

Carrez II (Chem Bio CB2261)
% 0,1 HCl

3.1.3.2. Yağ Tayini

Dietil eter (Tekim C4H100)

3.1.3.3. Rutubet Tayini

Cam petri
Desikatör

3.1.3.4. Tuz Tayini

0,1N AgNO₃
% 5 lik K₂CrO₄

3.1.3.5. Protein Analizi

Derişik d=1,84 Sülfürik asit (H₂SO₄)
Ayarlı 0,1 N Hidroklorik asit (HCl) çözeltisi
Borik asit (H₃BO₃) çözeltisi
Metilen mavisi-metilen kırmızısı belirteç çözeltisi
%33'lük NaOH çözeltisi

3.1.3.6. Nitrit/Nitrat Tayini

Sodium nitrite (Merck 1.06549.0100)
Potassium nitrate (Merck 1.05065.0050)
Acetonitrile (Merck 1.00029.2500)
NaOH (Sigma-Aldrich 06203)

3.1.4. Mikrobiyolojik Analizler

3.1.4.1. Laboratuvarda Kullanılan Katı, Sıvı Besi Yerleri ve Kimyasallar

Mikrobiyolojik analizler için dilüsyon sıvısı olarak Maximum Recovery Diluent (MRD) (Merck 1.12535.0500) kullanıldı. İçeriği: Sodium chloride 8,5 g/l ve Peptone 1,0 g/l şeklindedir.

Hazırlanması cam şişeye 9,5 g MRD tartılarak üzerine 1 litre distile su eklenip benmaride çözdürüldü ve 15 ml'lik deney tüplerine 9'ar ml dağıtılarak otoklavda sterilize (121 °C'de 15 d) edildi ve gerektiği durumlarda pH değeri $7,0 \pm 0,2$ 'ye ayarlandı.

3.1.4.2. Aerobik Koloni Sayısı

Aerobik koloni sayısı analizi için kullanılan besi yeri; Plate Count Agar (PCA) (Merck 1.05463.0500)'dır. İçeriği: Enzymatic digest of casein 5,0 g/l, D(+)Glucose 1,0 g/l, Yeast extract 2,5 g/l ve Agar-agar 14 g/l miktarlarında bulunmaktadır.

Hazırlanması: PCA dehidre besi yerinden 22,5 g tartılıp cam şişeye aktarıldı. Bir litre distile su eklendi, benmaride çözdürüldü. Otoklavda 121°C'de 15 d sterilizasyonu yapıldı ve gerektiği durumlarda pH değeri $7,0 \pm 0,2$ 'ye ayarlandı ve steril petri kutularına yaklaşık 15 ml şeklinde aktarıldı.

3.1.4.3. Koliform Sayısı

Koliform sayısı tespiti için Violet Red Bile Agar (VRB) (Biokar BK152HA) kullanıldı. Besi yerinin içeriği: Peptic digest of meat 7,0 g/l, Yeast extract 3,0 g/l, Lactose 10,0 g/l, Bile salts 1,5 g/l, Sodium chloride 5,0 g/l, Neurtal red 0,03 g/l, Crystal violet 0,002 g/l ve Bacteriological agar 12,0 g/l miktarlarında bulunmaktadır.

Hazırlanması; dehidre besi yerinden 38,5 g tartılıp cam şişeye aktarıldı ve 1 litre distile su eklendi ve benmaride çözdürüldü. Gerektiği durumlarda pH değeri $7,4 \pm 0,2$ 'ye ayarlandı.

Koliform bakterilerin 37 ve 44 °C 'de asit ve gaz oluşumunu saptamak için Lactose broth (Merck 1.07661.0500) kullanıldı. İçeriği: Peptone 5,0 g/l, Meat extract 3,0 g/l ve Lactose 5,0 g/l'dir.

Hazırlanması; dehidre besi yerinden 13 g tartılıp cam şişeye aktarıldı ve 1 litre distile su eklendi ve benmaride çözdürüldü. İçlerinde Durham tüpü bulunan 15 ml'lik deney tüplerine 10'ar ml lactose broth eklendi. Otoklavda 121 °C'de 15 d sterilize edildi ve gerektiği durumlarda pH değeri $6,9 \pm 0,2$ 'ye ayarlandı.

Lactose broth'da asit ve gaz oluşumu tespit edilmesinden sonra Eosin methylene-blue Agar (EMB agar) (Merck 1.01347.0500) 'a kolonilerin geçişi yapıldı. Besi yerinin içeriği: Peptones 10,0 g/l, di-Potassium hydrogen phosphate 2,0 g/l, Lactose 5,0 g/l, Succrose 5,0 g/l, Eosin yellowish 0,4 g/l, Methylene blue 0,07 g/l ve Agar-agar 13,5 g/l'dir.

Hazırlanması; dehidre besi yerinden 36 g tartılıp cam şişeye aktarıldı ve 1 litre distile su eklendi ve benmaride çözdürüldü. Otoklavda 121°C'de 15 d sterilizasyonu yapıldı ve gerektiği durumlarda pH değeri $7,1 \pm 0,2$ 'ye ayarlandı ve steril petri kutularına yaklaşık 20 ml şeklinde aktarıldı.

E. coli'nin tiplendirmesi için yapılan IMVIC testi:

İndol testinde Semi solid indol motility (SIM medium) (Merck 1.05470) besi yeri kullanıldı. İçeriği: Peptone from casein 20,0 g/l, Peptone from meat 6,6 g/l, Ammonium iron (III) citrate 0,2 g/l, Sodium thiosulfate 0,2 ve Agar-agar 3,0 g/l'dir.

Hazırlanması; dehidre besi yerinden 30 g tartılıp cam şişeye aktarıldı ve 1 litre distile su eklendi ve benmaride çözdürüldü. Tamamen çözünen besiyeri tüpüne 5ml (yaklaşık 4 cm yüksekliğinde) eklendi. Otoklavda 121°C'de 15 d sterilizasyonu yapıldı ve gerektiği durumlarda pH değeri $7,3 \pm 0,2$ 'ye ayarlandı.

Methyl-red Voges-proskuaver testi kullanılan besi yeri Methyl-red Voges-proskuaver (MR-VP) (Merck 1.05712.0500)'dır. İçeriği: Peptone from meat 7,0 g/l, D(+)Glucose 5,0 g/l ve Phosphate buffer 5,0 g/l'dir.

Hazırlanması; dehidre besi yerinden 17 g tartılıp cam şişeye aktarıldı ve 1 litre distile su eklendi ve benmaride çözdürüldü. Tamamen çözünen besiyeri tüpüne 5 ml eklendi. Otoklavda 121°C'de 15 d sterilizasyonu yapıldı ve gerektiği durumlarda pH değeri $6,9 \pm 0,2$ 'ye ayarlandı.

Citrate testi için Simmons Citrate Agar (Oxoid CM0155) besi yeri kullanıldı. İçeriği: Magnesium sulphate 0,2 g/l, Ammonium dihydrogen phosphate 0,2 g/l, Sodium ammonium phosphate 0,8 g/l, Sodium citrate, tribasic 2,0 g/l, Sodium chloride 5,0 g/l, Bromothymol blue 0,08 g/l ve Agar 15,0 g/l'dir.

Hazırlanması; dehidre besi yerinden 23 g tartılıp cam şişeye aktarıldı ve 1 litre distile su eklendi ve benmaride çözdürüldü. Tamamen çözünen besi yeri tüpüne 7 ml eklendi. Otoklavda 121 °C'de 15 d sterilizasyonu yapıldı ve gerektiği durumlarda pH değeri $7,0 \pm 0,2$ 'ye ayarlandı. Sterilizasyondan sonra tüpler yarı yatık besi yeri şekline getirildi.

3.1.4.4. *Stafilokok ve Mikrokok Sayısı*

Stafilokok ve *Mikrokok* analizi için besi yeri; Baird-Parker Agar (BPA) (Merck 1.05406.0500) kullanıldı. İçeriği: Enzymatic digest of casein 10,0 g/l, Yeast extract 1,0 g/l, Meat extract 5,0 g/l, Sodium pyruvate 10,0 g/l, Lithium chloride 5,0 g/l, Glycine 12,0 g/l ve Agar-agar 15,0 g/l miktarlarında bulunmaktadır.

Hazırlanması; dehidre besi yerinden 58 g tartılıp cam şişeye aktarıldı ve 950 ml distile su eklendi ve benmaride çözdürüldü. Otoklavda 121 °C'de 15 d sterilizasyonu yapıldı ve gerektiği durumlarda pH değeri $6,8 \pm 0,2$ 'ye ayarlandı. Sterilizasyon işleminden sonra 50 °C'ye kadar soğutulan besi yerine 50 ml Egg Yolk Tellurite Emulsion (Merck 1.03785.0001) supplementi eklendi homejenizasyonu yapıldı ve steril petri kutularına yaklaşık 20 ml şeklinde aktarıldı.

Koagülaz testi için kullanılan hazır kit; Koagülaz Testi API (DrySPOT DR0100M)'dir. Bileşenleri: Porcine fibrinogen, Rabbit IgG, Specific polyvalonal antibodies ve Capsular polysaccharide of *S. aureus* bulunmaktadır.

Koagülaz testi test kısmına pipetle steril distile su damlatılır. Koagülaz pozitif *S. aureus* olduğunu düşündüğümüz etrafı şeffaf zonlu siyah şüpheli kolonilerden öze ile alınıp test kiti ile homojen olana kadar karıştırılır. Eğer kumsu çökme olursa test pozitif (+) olarak değerlendirilir. Çökme olmadıysa negatif (-) olarak değerlendirmeye alındı.

3.1.4.5. Maya-Küf Sayısı

Maya-küf analizi için Rose-Bengal Chloramphenicol Agar (RBC) (Merck 1.00467.0500) kullanıldı. Besi yerinin içeriği: Mycological peptone 5,0 g/l, Glucose 10,0 g/l, di-Potassium hydrogen phosphate 1,0 g/l, Magnesium sulfate 5,0 g/l, Rose-Bengal 0,05 g/l, Chloramphenicol 0,1 g/l ve Agar-agar 15,5 g/l miktarlarındadır.

Hazırlanması; dehidre besiyerinden 32,2 g tartılıp cam şişeye aktarıldı, 1 litre distile su eklendi ve benmaride çözdürüldü. Otoklavda 121°C’de 15 d sterilizasyonu yapıldı ve gerektiği durumlarda pH değeri $7,2 \pm 0,2$ ’ye ayarlandı ve steril petri kutularına yaklaşık 20 ml şeklinde aktarıldı.

3.1.5. Duyusal Analizler

Çalışmada, deneysel üretimi yapılan 2 farklı grup salamın değerlendirilmesi için anabilim dalımızda ilgili çalışma gerçekleştirilmiştir. Salam örnekleri çiğ ve pişirilmiş (180°C’de 2 dk) panel grubu değerlendirmesine sunuldu. Duyusal analiz konusunda eğitimli 8 kişilik panel grubu tarafından aşağıdaki tabloda belirtilen kriterler 9 puan üzerinden değerlendirme yapıldı. 1- aşırı kötü, 9- mükemmel şeklinde kriterler ele alındı, Ek 1 de değerlendirme formu mevcuttur.

Salamın duyusal özellikleri: salam dolgun olmalı, gevşek olmamalı, el ile dokunulduğunda belirli bir direnç göstermelidir. Kabuk altında, kesit yüzeyinde hava boşlukları, jelatin ve yağ kesecikleri olmamalıdır. Kesit yüzeyinde yağ parçacıklarının rengi beyaz olmalıdır. Kılıfın üzerinde veya kılıfın iç kısmında yapışkanlaşma olmamalıdır. Salamda oluşan kabuk kalınlığı 1 mm’den fazla olmamalıdır. İyi bir dilimlenebilme özelliği göstermeli, kesme sırasında bıçağa yapışmamalı, liflenmemeli veya ufalanıp dağılmamalıdır (American Meat Science Association, 1995; Aslan, 2013; Gökalp ve ark., 1999).

3.1.6. Laboratuvarında Kullanılan Cihazlar

pH metre (Mettler Toledo SevenEasy, Mettler Toledo B809493755)

Isıticılı manyetik karıştırıcı (Ikamag RH)

Deiyonize su sistemi (Milipore Mili-Q)
Su banyosu (Benmari) (Nüve BM 30)
Hassas terazi (RADWAG AS 220/C/2)
Otoklav (Panasonic MLS-3781L)
Stomacher (Seward circulator 400, Seward BA6040)
Stomacher (Lab-Blender 80)
Vorteks (Stuart, SA8)
Biyogüvenlik kabini Class 2(Nüve MN 120)
İnkübatör 22 °C (Electro-mag M7040)
İnkübatör 30 °C (Nüve EN 120)
İnkübatör 37°C (Nüve EN 400)
Yağ ölçüm cihazı (Şimşek laborteknik- Soxhlet)
Polarimetre (Kruss)
Buzdolabı (Arçelik)
Etüv (Elektromag M6040p)
Desikatör
HPLC (High Performance Liquid Chromatography) (Hewlett Packkard Series 1100)
Kolon (Thermo Scientific 062885, çap 4 mm, uzunluk 250 mm)
Kjeldahl Cihazı
Destilasyon Cihazı

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneysel Salam Üretimi ve Örnek Alınması

Çalışmamızda, Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Et Ünitesi Biriminde deneysel amaçlı iki grup salam üretildi. Birinci grup salam üretiminde 75 mg/kg 125 gr sodyum nitritli kürlleme tuzu (Tomurcuk), ikinci grup salamlarda ise sodyum nitrit 150 mg/kg 250 gr nitritli kürlleme tuzu (Tomurcuk) kullanıldı. Her bir üretimde; salam hamuru, ön kurutma sonrası (60 °C) ve tüketime hazır hale gelmiş son ürün (0. gün) aşamalarından salamların pH değeri, kimyasal (nitrit/nitrat, tuz,

rutubet, yağ, protein, nişasta) ve mikrobiyolojik (aerobik koloni sayısı, koliform sayısı, maya-küf sayısı ve *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı) analizleri yapıldı.

Tüketime hazır hale gelmiş son ürünler vakum paketlenme işlemine tabi tutulduktan sonra buzdolabında 4°C’de 3 ay süreyle muhafaza edildi ve her ay nitrit (NO₂⁻), nitrat (NO₃⁻) ve mikrobiyolojik (aerobik koloni sayısı, koliform sayısı, maya-küf sayısı ve *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı) analizler tekrarlandı.

Mikrobiyolojik analizler için:

Numune alım işlemi ISO 7218 (2013) standardına göre yapılmıştır. Salamların üretim aşamalarından ayrı ayrı her bir numune için 25 g örnek steril stomacher (Seward circulator 400) poşetlerine alınmıştır.

Alınan numuneler en kısa sürede Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Laboratuvarına getirildi. Nitrit/Nitrat analizi için T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Hayvansal Ürünler Birimi Laboratuvarına getirildi. Tüm numunelerin laboratuvara taşınması 4 °C’de kutular içinde yapıldı.

3.2.2. pH Analizi

Her bir partiden; hamur, ön kurutma sonrası ve son üründe TS 3136 ISO 2914 (2002) standardına göre pH metre (Mettler Toledo B809493755) ile 2 paralelli ölçüm yapıp ortalaması alınmıştır.

3.2.3. Kimyasal Analizler

3.2.3.1. Yağ Analizi

Yağ oranı soxhalet ekstraksiyon yöntemine göre yapılmıştır. Soxhlet balonlar etüvde kurutulmuştur. Parçalanmış örnekler 20’şer gr tartılarak darası alınmış kartuşların içine konulmuş ve soxhlet balonu içine yerleştirilmiştir. Ekstraksiyon cihazında solvent olarak hekzan kullanılmıştır. Sekiz saat süre ile ekstraksiyona devam edilmiştir. Ekstraksiyon sonrasında iki saat süre ile hekzan evapore edilmiştir. Evaporasyon tamamlanınca balonlar iki saat etüvde kurutulmuş ve tartılmıştır.

Aşağıdaki formülle % yağ miktarı tespit edilmiştir (Gökalp, Kaya, Tülek, & Zorba, 1993). Resim 7a ve 7b’de Soxhalet düzeneği bulunmaktadır.

$$\% \text{ Yağ} = \frac{\text{ESA}}{\text{EÖA}} \times 100$$

ESA: Evaporasyon sonrası ağırlık (g)

EÖA: Evaporasyon sonrası ağırlık (g)



Resim 7a ve 7b: Yağ analizi için kullanılan Soxhalet düzeneğidir.

3.2.3.2. Rutubet Analizi

Her bir partinin son ürününden numune alındı. Önceden 105 °C’de etüvde 5 sa. bekletilen ve sonra 2 saat desikatörde bekletilen cam petrinin boş halinin ağırlığı ölçüldü. Darası alınıp numuden yaklaşık 5 gr alınıp numune ağırlığı kaydedildi. Numune alınan petriler 105°C’de etüvde 5 sa. etüvde kurutuldu. Desikatörde 2 saat beklendi. Petrinin ağırlı tartılıp hesaplaması yapıldı. TS 1743 ISO 1442 (2001) standardına göre yapılmıştır. İki paralel çalışılıp ortalama sonuç değerlendirilmiştir. Resim 8 ve 9’da kullandığımız etüv ve numunelerimiz mevcuttur.



Resim 8: Rutubet analizi için kullanılan etüv.



Resim 9: rutubet analizinde kullanılan bir numune örneği.

3.2.3.3. Tuz Analizi

Mohr yöntemine göre tuz analizi yapıldı. Homojenize edilmiş örnekten 5 gram alınıp 500 ml'lik balon jojeye alındı. Üzerine bir miktar distile su eklenerek 15-20 dk. kaynatılıp, balon joje soğutulup distile su ile 500 ml'ye tamamlandı. Homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra 50 ml süzüntü alınarak K_2CrO_4 indikatörü eşliğinde 0,1 N'lik $AgNO_3$ ile titrasyona tabi tutuldu. Elde edilen sonuç formüle edilerek tuz miktarı hesaplandı.

$$\%Tuz (g) = [(0,00585 \times V) / m] \times SF \times 100$$

V= Harcanan $AgNO_3$ çözeltisinin hacmi (ml)

N= Ayarlanan AgNO₃ çözeltisinin derişimi

m = Alınan numune miktarı (g)

SF= Seyreltme faktörü (örnek 100 ml’lik balon jojeye seyretilir ve bu çözeltiden de 10 ml alınır, bu durumda seyreltme faktörü 100/10= 10 olur) (Özpolat, 2006).

3.2.3.4. Protein Analizi

Kjeldahl balonu içerisinde hazırlanan katalizör ve birkaç adet kaynama taşı eklenir. Parşömen kağıdı üzerine homojen halde olan örnekten 1 g alınır ve balonun içerisine yerleştirildi. Üzerine 25 ml derişğine sahip sülfürik asit eklenip balon Kjeldahl düzeneğine yerleştirildi. İlk olarak düşük sıcaklıkta köpürme bitene kadar, sonrasında yüksek sıcaklıkta yakıldı. Yaklaşık 2 saat sonra çözelti rengi açık mavi – yeşil olana kadar yakma işlemi bitirildikten sonra balon oda sıcaklığına kadar soğutuldu ve destilasyon cihazına yerleştirildi. Bir erlene 50 ml borik asit çözeltisi eklenir üzerine 2 damla metilen mavisi-metilen kırmızısı belirteç çözeltisi konularak adaptörün ağzı erlenle birleştirildi yoğunlaştırıcının altına yerleştirildi. Örnek olarak; üzerine 100 ml saf su, 125 ml %33’lük NaOH çok yavaş bir şekilde eklenerek destilasyon işleminin tamamlanıp tamamlanmadığı saf su ile ıslatılmış kırmızı turnusol kağıdı ile kontrol edildi. Damlayan destilant ile kırmızı turnusol kağıdı renkte değışiklik olup olmadığı kontrol edildi. Erlen içindeki çözelti derişği ayarlı 0,1 N HCl asit çözeltisi ile ilk indikatör eklendiğı anından menekşe rengin gözlendiğı ana kadar titre edilir (V1). Aynı deney örnek yerine parşömen kağıdı konularak tekrarlanır ve harcanan HCl asit çözeltisi miktarı kaydedildi (V2). Böylece örnek dışında gelebilecek azot miktarı saptandı (Güven, 2005; Özkaya, & Özkaya, 1990).

$$(Sarfiyat-Kör) * Normalite * 0,014 * Faktör * 100 * 6,25$$

$$\% Protein = \frac{\text{-----}}{\text{Örnek Miktarı}}$$

3.2.3.5. Nişasta Analizi

Numunelerde nişasta analizi TS EN ISO 10520 (200) göre yapılmıştır. Numune parçalanıp homojenizasyonu yapıldı ve 50 ml HCl ile kaynatılır daha sonra

soğuk su banyosunda bekletilir. Sekizer ml Carrez 1 ve Carrez 2 eklenip 100 ml distile su ile hacim tamamlandı. Parşömen kağıdından süzülüp içerik polarimetre cihazında değeri ölçüldü. Resim 10'da analiz de kullanılan içeriğin parşömen kağıdından süzülme aşaması gösterilmektedir. Çıkan sonuca göre hesaplama yapıldı. Numuneler 2 paralel çalışıldı. Sonuçlar ortalaması kuru maddeye göre oranlanıp hesaplandı.



Resim 10: Nişasta analizi sırasında numune içeriğinin parşömen kağıdından süzülme işlemi görseli.

3.2.3.6. Nitrit/Nitrat Analizi

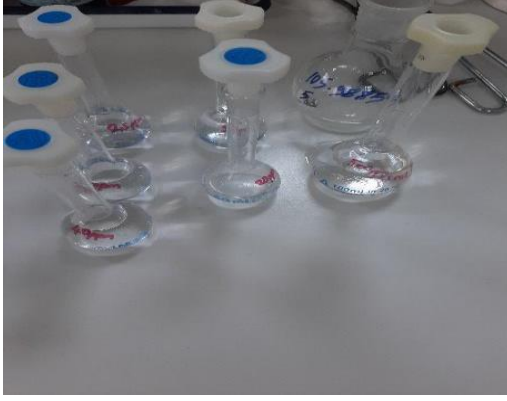
TS EN 12014-4 (2006) ve TS EN 12014-2 (2001) standartlarına göre yapılmıştır. LOQ (limit of quantification) değeri nitrit ve nitrat iyonu için 2,5 mg/kg'dir.

Nitrat Stok Çözeltisi: 100 mg/kg NO_3^- stok çözeltisi için 0,016 mg KNO_3 tartıldı ve bir miktar ultra saf su ile çözüldükten sonra 100 ml'ye tamamlanır. Standartlar günlük olarak hazırlandı.

Nitrit Stok Çözeltisi: 100 mg/kg NO_2^- stok çözeltisi için 0,015 mg NaNO_2 tartıldı ve bir miktar ultra saf su ile çözüldükten sonra 100 ml'ye tamamlanır. Standartlar günlük olarak hazırlandı.

Çalışma Çözeltileri: Numunenin içerisinde beklenen nitrat ve nitrit miktarlarına bağlı olarak 100 mg/kg stok NO_3^- ve NO_2^- çözeltilerinden aşağıdaki konsantrasyonlarda ultra saf su ile seyreltilerek hazırlandı. Resim 11'de çalışma çözeltilerinin görselidir.

20 mg/kg NO_3^- ve NO_2^- Standart Çalışma Çözeltisi
10 mg/kg NO_3^- ve NO_2^- Standart Çalışma Çözeltisi
5 mg/kg NO_3^- ve NO_2^- Standart Çalışma Çözeltisi
2,5 mg/kg NO_3^- ve NO_2^- Standart Çalışma Çözeltisi
1,25 mg/kg NO_3^- ve NO_2^- Standart Çalışma Çözeltisi.
Standartlar günlük olarak hazırlanır.



Resim 11: nitrit/nitrat analizinde kullanılan çalışma çözeltileri.

Numune hazırlama: Salam numunesi iyice karıştırılarak homojen hale getirilir gerektiği durumlarda öğütücü kullanıldı. İçindeki NO_3^- ve NO_2^- oranına göre genellikle 50 ml lik behere 10 g tartılır. Üzerine 50 °C- 60 °C bir miktar kaynar su eklenerek 50 ml'lik balona aktarılır. Üzerine 12,5 ml asetonitril ilave edilir. Ultra saf su 50 ml hacme tamamlanır. İki dakika vortex ile karıştırılır. Oda sıcaklığına kadar soğutulur. Balon jojedeki içerik filtre kağıdından süzülür. Elde edilen çözelti 0,45 mikrometrelik enjektör ucu filtresinden süzülür ve vialle alınır. Çalışma 2 paralelli yapıldı. Resim 12 ve 13'de HPLC cihazı ve salam örneklerinin viallere alınmış göresli bulunmaktadır. Şekil 8'de salam numunesinin HPLC kromatogram nitrit alanı mevcuttur.

Mobil Faz: 1 M NaOH Çözeltisi: 4,0 g NaOH bir miktar ultra saf su ile çözülür. Oda sıcaklığına kadar soğuduktan sonra 100 ml'ye tamamlanır. 1000 ml kadar ultra saf su ultrasonik banyoda vakum altında degaze edilir. Vakum altında degaze edilmiş bu su 1000 ml'lik ölçü balonuna alınır. Ölçü balonundaki bu sudan 50 ml su çekilerek atılır. Üzerine 50 ml 1 M NaOH çözeltisinden ilave edilir. 0,45'lik membran filtreden süzme aparatı ile süzülür. Tekrar vakum altında

ultrasonik banyoda degaze edilir. Mümkün olduğunca çabuk bir ęekilde alete yerleştirilir.

Hesaplama ve Sonuç: Numunedeki NaNO_3 veya NaNO_2 konsantrasyonu aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$E = (F/B) \times Z \times S$$

E =rnekteki NO_3^- veya NO_2^- miktarı (mg/kg)

F= Numunenin pik alanı

B =Standardın pik alanı

Z= Standart derişimi (mg/kg)

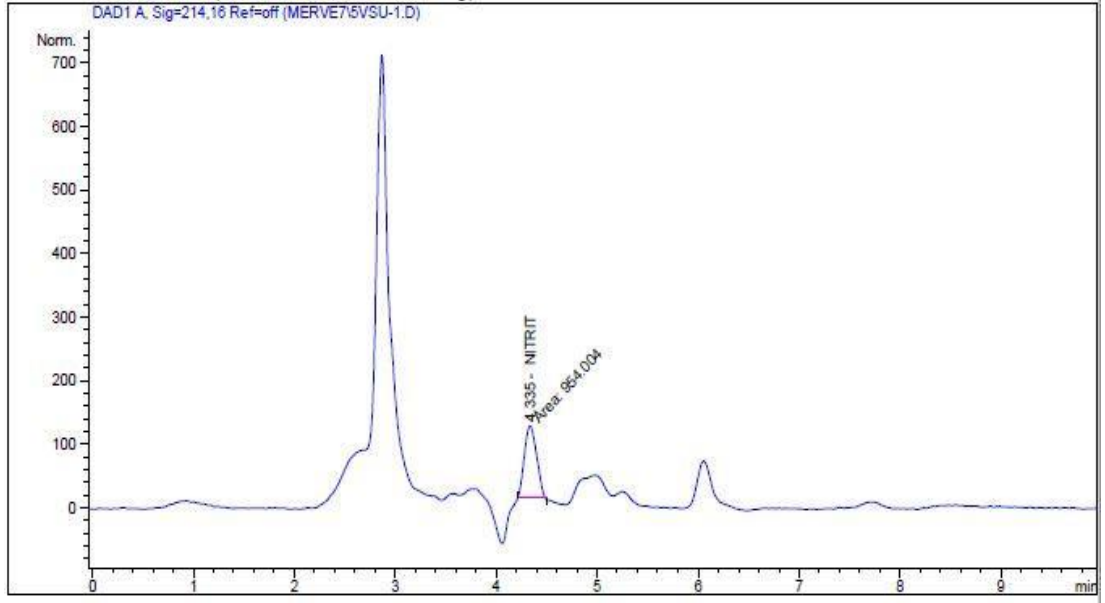
S=Seyreltme katsayısı



Resim 12: HPLC görünümü.



Resim 13: Numune tüpleri ve numune vialler.



Şekil 8: Salam numunesi nitrit kromatogramı.

3.2.4. Mikrobiyolojik Analizler

3.2.4.1. Mikrobiyolojik Analizler İçin Numunelerin Hazırlanması

Mikrobiyolojik analizler için ISO 6887-1 (2017) ve ISO 6887-2 (2003) standartlarına göre mikrobiyolojik analizler için numuneler hazırlandı.

Numuneler 5'er g tartılarak steril stomacher poşetlerine (Seward BA6040) alındı. Üzerlerine 45 ml MRD eklenip 2 dakika 230rpm'de homojenizasyonu yapıldı. Homojenizasyon sonrasında içlerinde 9'ar ml MRD bulunan steril tüplere 1'er ml aktararak 10^{-6} ya kadar dilüsyon hazırlandı. Aerobik koloni sayısı, koliform bakteri, maya-küf ve *Stafilokok-Mikrokok* için ekimler yapıldı. *E. coli* ve koagülaz pozitif *S. aureus* identifikasyonları yapıldı.

3.2.4.2. Aerobik Koloni Sayısı

Aerobik koloni sayısı analizi için ISO 4833-2 (2013) standardına göre daha önce hazırlanan PCA (Merck 1.05463.0500) besi yeri içeren petrilere her bir dilüsyondan ayrı ayrı yayma plak tekniğine göre 0,1 ml ekim yapıp 30°C'de 72 saat inkübasyonu yapıldı. İnkübasyon sonunda kolay sayılabilecek, sayısı 30-300 arasında koloni içeren petrilere seçildi. Sayım sonrasında numunenin ortalama aerobik koloni sayısı koloni oluşturma birimi log kob/g olarak kaydedildi.

3.2.4.3. Koliform Bakteri Sayısı ve *E. coli* İdentifikasyonu

Koliform sayısı analizi için TS ISO 4832 (2006) standardına uygun olarak yapıldı. Ekilecek numunden çift katlı dökme plak tekniğine uygun her bir dilüsyon derecesi için ayrı steril petrilere 1 ml numune ekildi. 44-47 °C' de su banyosunda duran VRB Agar (Biokar BK152HA) 'dan 15 ml dökülüp numune ile karışması sağlandı. Aynı besiyerinden ikinci kat olarak 4 ml tekrar döküldü. Katılaşmasının ardından 37 °C'de 24 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyondan sonra sayımı kolay olan 150 koloniden az olan petrilere sayıldı. Sayım sonu ortalama koliform sayısı kob/g olarak kaydedildi. Kırmızı etrafı pembe zonlu tipik *E. coli* kolonileri öze yardımıyla laktoz broth (Merck 1.07661.0500) lara geçildi. 24 saat 44 °C'de inkübasyonu yapıldı. Durham tüplerinde gaz oluşumu ve tüpte bulanıklık olanlardan Indol (Merck 1.05470), Metil red (Merck 1.05712.0500), Voges-proskuaver (Merck 1.05712.0500), Citrat (Oxoid CM0155) ve EMB Agar'a (Merck 1.01347.0500) geçiş yapıldı. 37 °C'de 24 saat inkübasyonu takiben IMVIC testi sonucu ve EMB agarda yeşil parlak renk vermesi değerlendirildi (FAO, 1992).

3.2.4.4. Stafilokok ve Mikrokok Sayıları ve Koagülaz Pozitif *S. aureus* İdentifikasyonu

Stafilokok ve *Mikrokok* sayıları analizi için TS EN ISO 6888-1 (2006) standardına göre yayma plak tekniğiyle ekim yapıldı. Hazırlanmış BPA' lı petrilere numunden her bir sulandırma derecesinden ayrı ayrı 0,1 ml ekim yapıldı. 34-38 °C 24 saat inkübasyon sonunda maksimum 300 - minimum 15 koloni sayısında olan petrilere değerlendirildi. Doğrulama testi olarak en az 5 tipik koloni koagülaz testi (DrySPOT DR0100M) uygulandı. Tipik koloniler, etrafı şeffaf zonlu siyah kolonilerdir. Petrilere buna benzer yapıdaki koloniler tek tek steril öze ile alındı, koagülaz test kitine steril distile su damlatıldıktan sonra öze ile koloni karıştırıldı. Aglütinasyon görülen testler pozitif olarak değerlendirildi.

3.2.4.5. Maya- Küf Sayısı

Maya küf sayısı analizi TS ISO 21527-1 (2012) standardına göre yapıldı. Daha önce hazırlanan RBC (Merck 1.00467.0500) agara yayma plak yöntemi ile her numune ve dilüsyondan ayrı ayrı petrilere 0,1 ml alındı. Petrilere yayma işleminden sonra inkübasyona kaldırıldı. 25 °C'de 5 gün inkübe edildi. Süre sonunda ortalama koloni sayısı kob/g olarak kaydedildi.

3.2.5. Duyusal Analiz

Duyusal analiz hakkında eğitimli 8 kişilik grup ile 75 mg/kg'lık ve 150 mg/kg'lık 2 grup deneysel salamın duyusal analizi yapıldı. Her parti 2'li (75 mg/kg ve 150 mg/kg) gruplandırılarak değerlendirilmesi yapıldı. Değerlendirmede; genel görünüm (bütün olarak), kesit yüzey görünüş, renk, tekstür-yapı, aroma-tat ve genel olarak kabul edilebilirlik kriterlerine bakıldı. 2 grup içinde çiğ ve pişmiş salam numunesi kullanıldı. Pişmiş salamlar 3 dk 180 °C pişirildi (Alamin, Ahmed, Agab, 2015; Schalkwyk ve ark., 2011).

3.2.6. İstatistik Analizi

Çalışma sonucu istatistik analizleri IBM SPSS22 programı ile yapıldı. $\alpha = 0,05$ anlamlı yazım kullanıldı. Mann-Whitney Test U, Independent Samples Test, Paired-t test, Wilcoxon testi, Kruskal-Wallis testi ve varyans analizi One-way ANOVA testi uygulandı. Tüm sonuçlar tabloda ortalama $\pm$ standart hata şeklinde verilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. pH Değerleri

Salam grupları pH değerleri sonuçları Tablo 4’de gösterilmiştir. Gruplar arası anlamlı farklılık olmadığı belirlendi ($P > 0,05$).

Tablo 4: Salam gruplarının pH sonucu.

GRUP	Hamur Karışım minimum-maksimum	Hamur Karışım $\bar{x} \pm SH$	Ön Kurutma minimum-maksimum	Ön Kurutma $\bar{x} \pm SH$	Son ürün minimum-maksimum	Son ürün $\bar{x} \pm SH$
1	5,69 - 5,83	5,75 $\pm$ 0,03	5,74 - 5,81	5,76 $\pm$ 0,01	5,78 - 5,98	5,90 $\pm$ 0,04
2	5,5 - 5,86	5,66 $\pm$ 0,07	5,71 - 5,76	5,73 $\pm$ 0,01	5,76 - 5,97	5,87 $\pm$ 0,04
P	0,156		0,486		0,424	

4.2. Kimyasal Analizler

4.2.1. Nişasta, Protein, Tuz, Yağ ve Rutubet Değerleri

Nişasta, protein, tuz, yağ ve rutubet analizlerin sonuçları Tablo 5, 6, 7, 8 ve 9’da gösterildi. Sonuçlara göre gruplar arası anlamlı farklılık olmadığı belirlendi ($P > 0,05$).

Tablo 5: Salam gruplarının %Nişasta değerleri.

GRUP/ %Nişasta	Minimum-Maksimum	$\bar{x} \pm SH$	P
1	1,40-3,84	2,91 $\pm$ 0,56	0,65
2	1,52-3,40	2,52 $\pm$ 0,48	

Tablo 6: Salam gruplarının %Protein değerleri.

GRUP/ %Protein	Minimum-Maksimum	$\bar{x} \pm SH$	P
1	15,54-17	16,23 $\pm$ 0,38	0,77
2	14,6-17,4	15,92 $\pm$ 0,57	

Tablo 7: Salam gruplarının %Tuz değerleri.

GRUP/ %Tuz	Minimum-Maksimum	$\bar{x} \pm SH$	P
1	1-1,26	1,1 $\pm$ 0,05	0,68
2	1,06-1,36	1,23 $\pm$ 0,07	

Tablo 8: Salam gruplarının %Yağ değerleri.

GRUP/%Yağ	Minimum-Maksimum	$\bar{x} \pm SH$	P
1	16,12-19,8	17,98 $\pm$ 1,67	0,343
2	17,1-18,2	17,92 $\pm$ 0,36	

Tablo 9: Salam gruplarının % Rutubet değerleri.

GRUP/ %Rutubet	Minimum-Maksimum	$\bar{x} \pm SH$	P
1	57,14-64,67	61,99 $\pm$ 1,66	0,511
2	57,45-64,85	63,53 $\pm$ 2,86	

4.2.2. Nitrit Analiz Sonuçları

Nitrit analizi için stok nitrit çözeltisi NaNO_2 ve KNO_3 üzerinden birlikte çalışma çözeltileri (standart) NO_2^- iyonu hazırlandı. Sonuçlar nitrit iyonu (NO_2^-) üzerinden hesaplandı. NaNO_2 için sonuçlar 0,68 derişim katsayısı ile hesaplandı, Ek 2’de sonuçlar gösterildi (Tablo 25 VE 26). Salam gruplarının üretim aşamalarında analiz edilen nitrit sonuçları Tablo 10, Şekil 9’da değerler gösterildi.

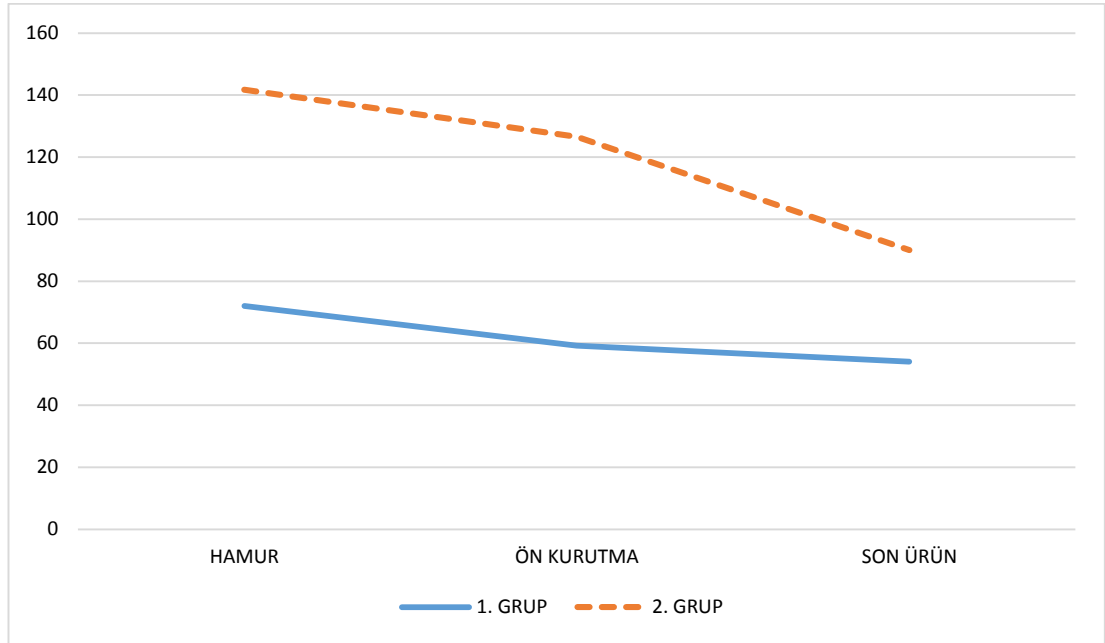
Üretim aşamaları iki grubun istatistiksel analizine göre: Hamur karışımı $P=0,028$, ön kurutma aşaması $P=0,028$, son ürün $P=0,01$ ’dir. Üretim İki grupta herbir aşamaya ait nitrit miktarları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmuştur $P < 0,05$.

Üretim aşamaları ikili olarak istatistiksel analizi sonucuna göre; Birinci grup hamur- ön kurutma $P=0,074$, hamur-son ürün $P=0,015$ ve ön kurutma- son ürün $P=0,576$ ’dır. İkinci grup hamur- ön kurutma $P=0,659$, hamur-son ürün $P=0,034$ ve ön kurutma-son ürün $P=0,135$ değerleri elde edilmiştir. Tablo 10’da farklılıklar belirtildi. Gruplar kendi içinde üretim sırasında her bir aşama istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($P > 0,05$).

Tablo 10: Salam grupların üretim aşamaları nitrit (NO₂⁻) (mg/kg) değerleri.

GRUP	Hamur Karışım $\bar{x} \pm SH$	Hamur Karışım Minimum-Maksimum	Ön Kurutma $\bar{X} \pm Sh$	Ön Kurutma Minimum-Maksimum	Son Ürün $\bar{X} \pm Sh$	Son Ürün Minimum-Maksimum
1	72,00 $\pm$ 4,14 ^{aA}	60,00-78,00	59,20 $\pm$ 2,54 ^a	51,80-63,00	54,00 $\pm$ 3,78 ^{aB}	49,00-65,00
2	141,75 $\pm$ 12,65 ^{bA}	104,00-157,00	126,57 $\pm$ 11,87 ^b	91-140	90,00 $\pm$ 11,59 ^{bB}	62-111
P	0,028		0,028		0,01	

* Aynı sütun farklı küçük harf gösterilen ve aynı satırda farklı büyük harfle gösterilen arası farklılık vardır (P < 0,05).



Şekil 9: Salam grupların üretim aşamaları ortalama nitrit (NO₂⁻) (mg/kg) değerleri.

Üretim sırasında uygulanan ısıtıl işlemin nitrit miktarında tespit edilen değişiklik tabloda belirtildi. Yapılan istatistik analize göre ısıtıl işlem öncesi (hamur karışım) ve ısıtıl işlem sonrası (son ürün) grup faktörü (1 ve 2. grup ayrımı yapmadan işlem aşamasındaki tüm salamların nitrit değerleri) ortan kaldırıp yaptığımız istatistiksel analiz sonucuna göre anlamlı farklılık bulundu P<0,05. Tablo 11’de değerler bulunmaktadır.

Tablo 11: Salamların grup faktörü ortan kaldırılıp ısıt işlem öncesi ve sonrası kalıntı ortalama nitrit (NO_2^-) miktarı (mg/kg) tabloda belirtildi. Farklı harflerle gösterilen sütunlar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Kriter (mg/kg)	$\bar{x} \pm \text{SH}$
Isı öncesi (hamur karışım)	106,87 $\pm$ 14,54 ^a
Isı sonrası (son ürün)	72,00 $\pm$ 8,84 ^b
P	0,002

* Aynı sütun farklı küçük harf gösterilen arası farklılık vardır (P <0,05).

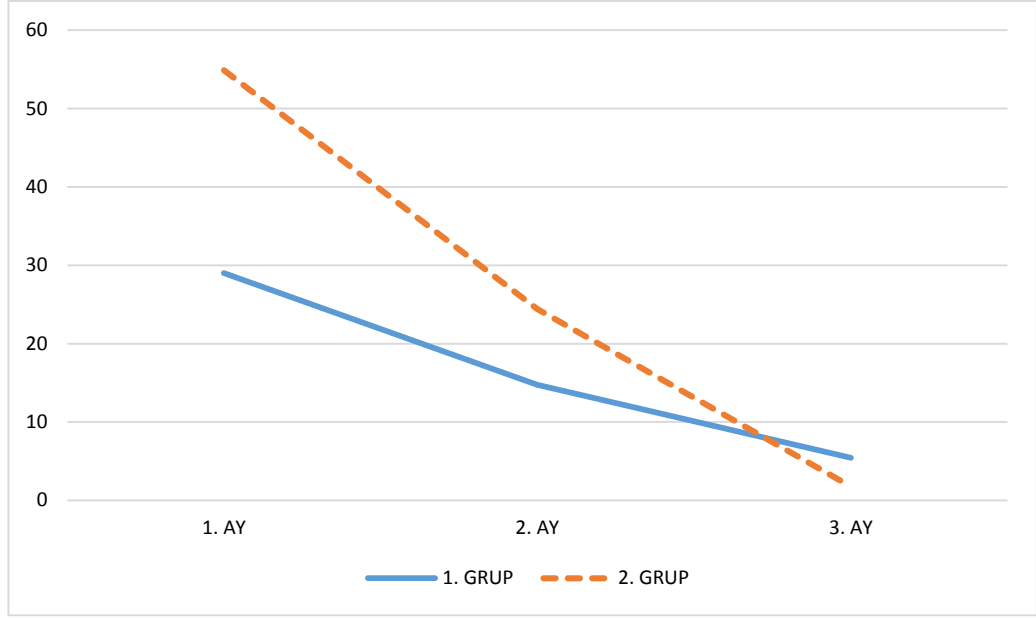
Salam gruplarının buzdolabında muhafaza süreleri sonundaki nitrit (NO_2 mg/kg) analizi sonuçları Tablo 12, Şekil 10’da gösterildi. İki grup karşılaştırması 30. gün değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır P <0,05, ikinci ve üçüncü ay sonundaki değerler arasında istatistiksel analize göre önemli bir farklılık yoktur.

İki grup salamın buzdolabı (4°C) muhafaza aşamalarında nitrit (NO_2) miktarları aşamaların ikili istatistik analize göre; 1. grup 30-60. gün P=0,004, 30-90. gün P<0,001 ve 60-90. gün P=0,42’dir. ikinci grup 30-60. gün P=0,001, 30-90. gün P<0,001 ve 60-90. gün p=0,108 değerleri elde edilmiştir. Tablo 9’de farklılıklar belirtildi. Gruplar kendi içinde muhafaza sırasında 30. gün-60. gün ve 30. gün-90.gün aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edildi (P< 0,05).

Tablo 12: Salam grupları muhafaza sırasında nitrit (NO_2^- mg/kg) değerleri.

GRUP	30.gün $\bar{x} \pm \text{SH}$	30.gün minimum-maksimum	60.gün $\bar{x} \pm \text{SH}$	60.gün minimum-maksimum	90.gün $\bar{x} \pm \text{SH}$	90.gün minimum-maksimum
1	29,00 $\pm$ 3,10 ^{aA}	20,00-34,00	14,75 $\pm$ 1,97 ^B	9,00-18,00	5,43 $\pm$ 1,35 ^B	2,85-9,00
2	54,90 $\pm$ 5,89 ^{bA}	41,60-69,00	24,40 $\pm$ 2,33 ^B	18,00-30,00	11,72 $\pm$ 2,39 ^B	5,00-16,00
P	0,01		0,59		0,07	

* Aynı sütun farklı küçük harf gösterilen ve aynı satırda farklı büyük harfle gösterilen arası farklılık vardır (P <0,05).



Şekil 10: Salam grupları muhafaza aşamaları nitrit değerleri (NO₂⁻ mg/kg).

4.2.3. Nitrat Analiz Sonuçları

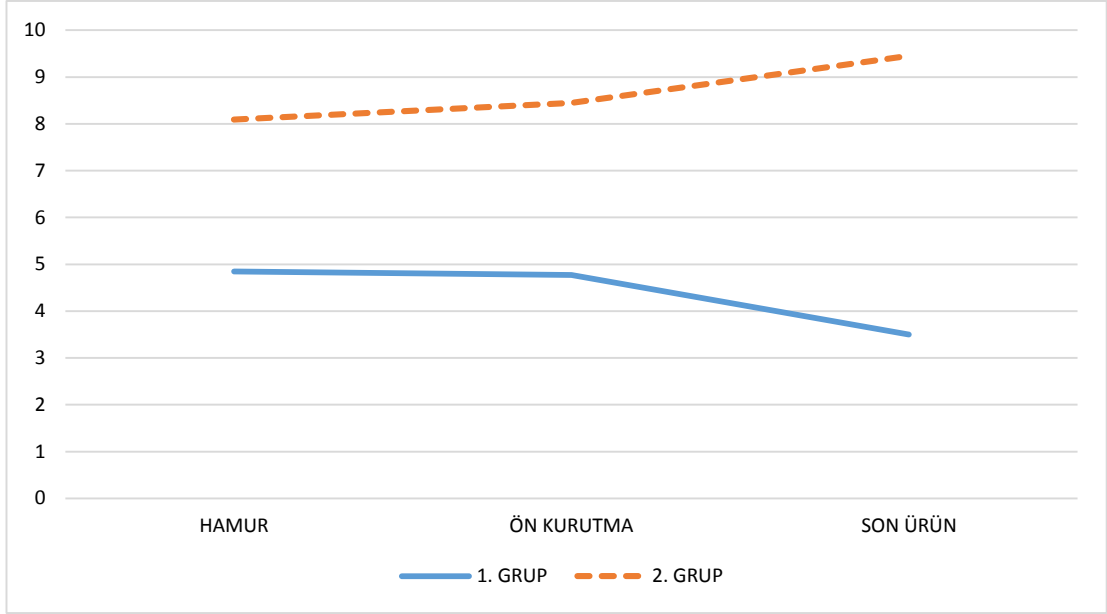
Salam gruplarının üretim aşamalarında nitrat (NO₃⁻ mg/kg) analizleri sonucuna göre iki grup karşılaştırması son ürün aşaması istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır P<0,05. Hamur ve ön kurutma aşamaları gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır P>0,05. Tablo 13, Şekil 11’de değerler bulunmaktadır.

Birinci grup hamur-ön kurutma P=0,98, hamur-son ürün P=0,901 ve ön kurutma-son ürün P=0,909’dur. İkinci grup hamur-ön kurutma P=0,999, hamur-son ürün P=0,98ve ön kurutma-son ürün P=0,993’dür. Aşamalar arası istatistiksel önemli farklılık yoktur P>0,05.

Tablo 13: Salam grupları üretim aşamaları nitrat (NO₃⁻ mg/kg) değerleri.

GRUP	Hamur Karışım $\bar{x} \pm SH$	Hamur Karışım minimum- maksimum	Ön kurutma $\bar{x} \pm SH$	Ön kurutma minimum- maksimum	Son ürün $\bar{x} \pm SH$	Son ürün minimum- maksimum
1	4,85± 3,61	< LOQ -15,30	4,77± 2,87	< LOQ -10,50	3,11± 1,81 ^a	< LOQ -7,00
2	8,09± 7,07	< LOQ -29,30	8,42± 5,96	< LOQ -25,30	9,45± 5,55 ^b	< LOQ -21,40
P	1,0		0,33		0,001	

* Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklıdır (p< 0,05).



Şekil 11: Salam gruplarının üretim aşamaları nitrat (NO₃⁻) değerleri ortalama değeri grafiksel gösterim.

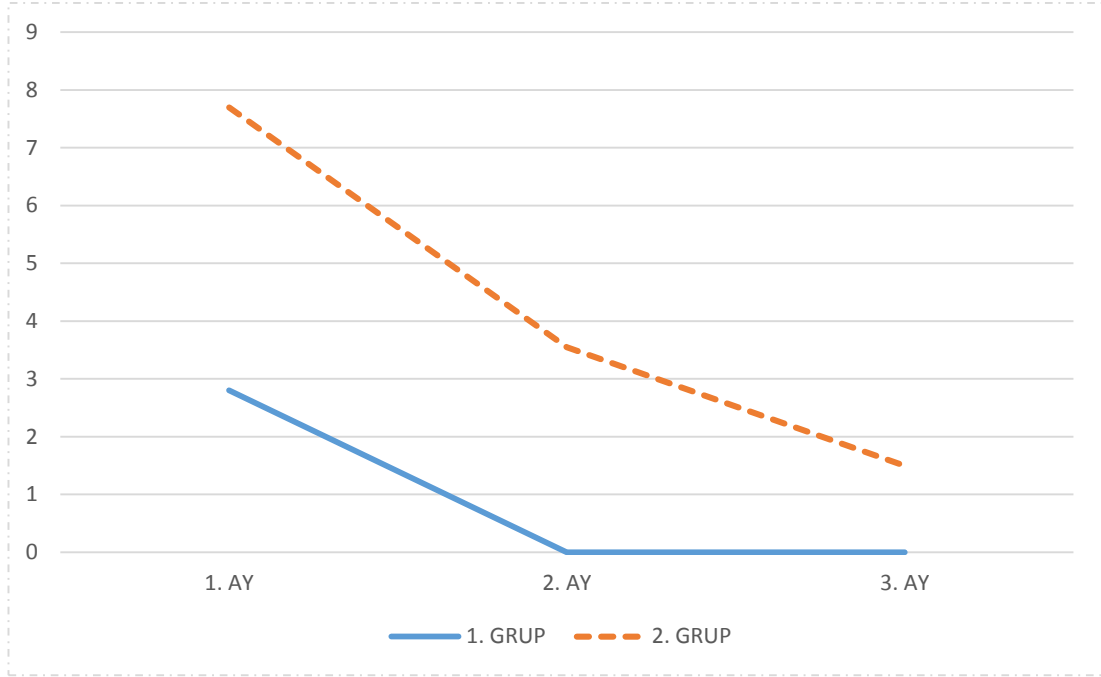
Salam gruplarının buzdolabında muhafaza süreleri sonundaki nitrat (NO₃⁻ mg/kg) analizi sonuçları Tablo 14, Şekil 12’de gösterildi. Gruplar arası 30. gün ve 60. gün aşamalarda istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur $P < 0,05$. Gruplar arası 90. gün aşamasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur $P > 0,05$.

Muhafaza aşamaları istatistiksel analizine göre; 1. grup 30-60. gün $P = 0,232$, 30-90. gün $P = 0,232$ ve 60-90. gün $P = 0,99$, 2. grup 30-60. gün $p = 0,613$, 30-90. gün $P = 0,359$ ve 60-90. gün $P = 0,883$ değerleri elde edilmiştir. Aşamalar arası istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur $P > 0,05$.

Tablo 14: Salam grupları muhafaza sırasında nitrat (NO₃⁻ mg/kg) değerleri.

GRUP	30.gün $\bar{x} \pm SH$	30.gün minimum-maksimum	60.gün $\bar{x} \pm SH$	60.gün minimum-maksimum	90.gün $\bar{x} \pm SH$	90.gün minimum-maksimum
1	2,80± 1,93 ^a	< LOQ-8,20	< LOQ ^a	< LOQ	< LOQ	< LOQ
2	7,70±4,57 ^b	< LOQ-18,00	3,55± 2,08 ^b	< LOQ-8,00	1,5±1,5	< LOQ-6,00
P	0,017		<0,001		0,68	

*Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklıdır ($p < 0,05$).



Şekil 12: Salam grupları muhafaza sırasında ortalama nitrat (NO_3^- mg/kg) değerleri.

4.3. Mikrobiyolojik Analizler

Üretim aşamalarında yapılan mikrobiyolojik analiz sonuçları:

Birinci grupta aerobik koloni sayısı hamur karışımı minimum 4,26 logkob/gr, maksimum 5,25 log kob/gr, ön kurutma sonrası minimum 4,00 log kob/gr, maksimum 4,85 log kob/gr, sayısı son ürün (0.gün) minimum 3,00 logkob/gr ve maksimum 4,00 log kob/gr'dır.

İkinci grupta aerobik koloni sayısı hamur karışımı minimum 4,18 log kob/gr, maksimum 5,18 log kob/gr, ön kurutma sonrası minimum 3,85 log kob/gr, maksimum 4,85 log kob/gr, son ürün (0.gün) minimum 3,40 log kob/gr ve maksimum 4,00 log kob/gr'dır. İki grup karşılaştırması istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($P>0,05$). Aşamalar arası istatistiksel analize göre; 1. grup hamur karışımı-ön kurutma $P=0,049$, hamur karışımı-son ürün $P=0,006$ ve ön kurutma-son ürün $P=0,034$ 'dir ve 2. grup hamur-ön kurutma $P=0,042$, hamur-son ürün $P=0,012$ ve ön kurutma- son ürün $P=0,090$ değerleri elde edildi. Birinci grup tüm aşamalar arası anlamlı farklılık vardır ($P<0,05$). İkinci grup hamur karışımı ile ön kurutma ve son ürün arası anlamlı farklılık varken ($P<0,05$), ön kurutma ve son ürün aşaması arası

farklılık yoktur ($P>0,05$). Tablo 15’de değerler ve istatistiksel anlamlı farklılıklar gösterilmektedir.

Tablo 15: Salam üretim aşamaları aerobik koloni sayısı (log kob/gr).

Aşamalar (log kob/gr)	1. grup $\bar{x}\pm SH$	2. grup $\bar{x}\pm SH$	P
Hamur karışımı	4,76 $\pm$ 0,18 ^a	4,60 $\pm$ 0,20 ^a	0,86
Ön kurutma sonrası	4,43 $\pm$ 0,18 ^b	4,24 $\pm$ 0,22 ^b	0,36
Son ürün (0.gün)	3,59 $\pm$ 0,21 ^c	3,58 $\pm$ 0,13 ^b	0,05

*Aynı sütun farklılıklar küçük harf ile belirtildi.

Birinci grupta koliform sayısı hamur karışımı minimum 2,60 log kob/gr, maksimum 3,78 log kob/gr, grup ortalaması 2,99 $\pm$ 0,26 log kob/gr, ön kurutma sonrası minimum 2,48 log kob/gr, maksimum 4,51 logkob/gr, grup ortalaması 3,09 $\pm$ 0,48 log kob/gr, son ürün (0.gün) grup ortalaması < 1 log kob/gr’dir.

İkinci grupta koliform sayısı hamur karışımı minimum 2,48 log kob/gr, maksimum 4,00 log kob/gr, grup ortalaması 3,09 $\pm$ 0,32 log kob/gr, ön kurutma sonrası minimum 1,70 log kob/gr, maksimum 3,60 log kob/gr, grup ortalaması 2,40 $\pm$ 0,41 log kob/gr, son ürün (0.gün) maksimum ve minimum <1 log kob/gr’dir. İki grup karşılaştırması istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır ($P>0,05$).

Üretim aşamaları istatistiksel analize göre; 1. grup hamur karışımı-ön kurutma $P=0,976$, hamur karışımı-son ürün $P<0,001$ ve ön kurutma-son ürün $P<0,001$ ’dir. İkinci grup hamur karışımı-ön kurutma $P=0,291$, hamur karışımı-son ürün $P<0,001$ ve ön kurutma-son ürün $P=0,001$ ’dir. Birinci ve ikinci grupta son ürün ile hamur karışımı ve ön kurutma aşamaları arası istatistiksel anlamlı fark vardır ($P<0,05$).

VRB besi yerinde üreyen koliform koloniler içinde tipik etrafı pembe zonlu *E. coli* şüpheli kolonileri lactose broth, EMB agara ekim yapılarak ve IMVIC testi doğrulama yapılmıştır. Ancak doğrulama sonucu *E. coli* tespit edilmedi, Tablo 16’da veriler bulunmaktadır.

Tablo 16: Salam üretim aşamaları koliform sayısı (log kob/gr).

Aşamalar (log kob/gr)	1.grup $\bar{x} \pm SH$	2. grup $\bar{x} \pm SH$	P
Hamur karışımı	2,99 $\pm$ 0,26 ^a	3,09 $\pm$ 0,32 ^a	0,80
Ön kurutma sonrası	3,09 $\pm$ 0,48 ^a	2,40 $\pm$ 0,41 ^a	0,76
Son ürün (0.gün)	< 1 ^b	< 1 ^b	-

*Aynı sütun farklı küçük harfle gösterilenler istatistiksel olarak anlamlı farklıdır.

Birinci grupta *Staphylococcus/Micrococcus* sayısı hamur karışımı minimum 3,69 log kob/gr, maksimum 4,30 log kob/gr, ön kurutma sonrası minimum 2,48 log kob/gr, maksimum 4,00 log kob/gr, son ürün (0.gün) minimum <1 log kob/gr ve maksimum 3,00 log kob/gr'dır.

İkinci grupta *Staphylococcus/Micrococcus* sayısı hamur karışımı minimum 3,15 log kob/gr, maksimum 4,27 log kob/gr, ön kurutma sonrası minimum 2,60 log kob/gr, maksimum 3,60 log kob/gr, son ürün (0.gün) minimum 1 log kob/gr ve maksimum 3,00 log kob/gr'dır. İki grup karşılaştırması istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır ($P>0,05$).

Üretim aşamaları istatistiksel analize göre; 1. grup hamur karışımı-ön kurutma $P=0,507$, hamur karışımı-son ürün $P=0,018$ ve ön kurutma-son ürün $P=0,110$ 'dur. İkinci grup hamur karışımı-ön kurutma $P=0,410$, hamur karışımı-son ürün $P=0,036$ ve ön kurutma-son ürün $P=0,269$ 'dur. Birinci ve ikinci grupta hamur karışımı- son ürün aşamaları arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır ($P<0,05$).

BPA besiyerinde üreyen *Staphylococcus/Micrococcus* koloniler içinde koagülaz pozitif *S. aureus* tipik etrafı şeffaf zonlu siyah koloniler gözlenmiştir. Bu koloniler koagülaz testi uygulanmıştır. Test sonuçları negatif çıktığı için değerlendirmeye alınmadı. Tablo 17'de sonuçlar gösterildi.

Tablo 17: Salam üretim aşamaları *Staphylococcus/Micrococcus* sayısı (log kob/gr).

Aşamalar (log kob/gr)	1.grup $\bar{x} \pm SH$	2.grup $\bar{x} \pm SH$	P
Hamur karışımı	3,78 $\pm$ 0,22 ^a	3,73 $\pm$ 0,19 ^a	0,43
Ön kurutma sonrası	3,24 $\pm$ 0,38 ^a	3,02 $\pm$ 0,20 ^a	0,93
Son ürün (0.gün)	1,82 $\pm$ 0,64 ^b	2,08 $\pm$ 0,62 ^b	0,16

* Aynı sütun farklı harfle gösterilenler arası anlamlı farklılık vardır.

Birinci grupta maya-küf sayısı hamur karışımı minimum 3,00 log kob/gr, maksimum 4,72 logkob/gr, ön kurutma sonrası minimum 2,00 log kob/gr, maksimum 4,00 log kob/gr, son ürün (0.gün) minimum < 1 log kob/gr ve maksimum 2,00 log kob/gr'dır.

İkinci grupta maya-küf sayısı hamur karışımı minimum 2,48 log kob/gr, maksimum 4,23 log kob/gr, ön kurutma sonrası minimum 2,00 log kob/gr, maksimum 4,60 log kob/gr, son ürün (0.gün) minimum < 1 log kob/gr ve maksimum 2,30 log kob/gr'dır. İki grup karşılaştırması istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır ($P>0,05$).

Üretim aşamaları istatistiksel analize göre; 1. grup hamur karışımı-ön kurutma $P=0,402$, hamur karışımı-son ürün $P=0,008$ ve ön kurutma-son ürün $P=0,065$ 'dir. İkinci grup hamur karışımı-ön kurutma $P=0,078$, hamur karışımı-son ürün $P=0,049$ ve ön kurutma-son ürün $P=0,21$ değerleri elde edilmiştir. Birinci grup hamur karışımı-son ürün aşamaları arası, ikinci grupta son ürün-hamur karışımı ve ön kurutma sonrası arası önemli farklılık vardır ($P<0,05$). Tablo 18'de sonuçlar gösterildi.

Tablo 18: Salam üretim aşamaları maya- küf sayısı (log kob/gr).

Aşamalar (log kob/gr)	1. grup $\bar{x} \pm SH$	2. grup $\bar{x} \pm SH$	P
Hamur karışımı	3,93 $\pm$ 0,35 ^a	3,10 $\pm$ 0,39 ^a	0,76
Ön kurutma sonrası	3,10 $\pm$ 0,43	3,61 $\pm$ 0,56	0,69
Son ürün (0.gün)	1,5 $\pm$ 0,50 ^b	1,07 $\pm$ 0,62 ^b	0,90

* Aynı sütun farklı küçük harfle gösterilenler arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Salam üretim sırasında tüm salam numuneleri (grup faktörü olmadan) hamur ve son ürün aşamalarının, yapılan mikrobiyolojik değerlendirme sonuçları istatistik analiz sonucu; aerobik koloni sayısı $P=0,025$, koliform bakteri sayısı $P=0,012$, *Staphylococcus/micrococcus* sayısı $P=0,009$ ve maya-küf sayısı $P=0,003$ 'dür, aşamalar istatistik olarak anlamlı farklılık vardır ($P<0,05$) (Tablo 19).

Tablo 19: Salam üretim sırasında grup faktörü olmadan hamur ve son ürün aşaması arasında aerobik koloni sayısı, koliform bakteri sayısı, *Staphylococcus/Micrococcus* sayısı ve maya-küf sayısı.

Mikrobiyoloji analizi (log kob/gr)	Hamur $\bar{x}\pm SH$	Son ürün $\bar{x}\pm SH$	P
Aerobik koloni sayısı	4,685 $\pm$ 0,13 ^a	3,398 $\pm$ 0,513 ^b	0,025
Koliform sayısı	3,045 $\pm$ 0,195 ^a	- ^b	0,012
<i>Staphylococcus/Micrococcus</i> sayısı	3,847 $\pm$ 0,118 ^a	2,077 $\pm$ 0,511 ^b	0,009
Maya-küf sayısı	3,516 $\pm$ 0,290 ^a	1,537 $\pm$ 0,506 ^b	0,003

* Farklı harfle gösterilen sütunlar istatistik olarak % 5 düzeyinde farklıdır.

Muhafaza aşamalarındaki mikrobiyolojik analiz sonuçları:

Birinci grup 30. gün aerobik koloni sayısı minimum 3,00 log kob/gr, maksimum 5,30 log kob/gr, 60. gün değerleri minimum 3,56 log kob/gr, maksimum 5,48 log kob/gr, 90. gün değerleri minimum 3,66 log kob/gr ve maksimum 6,30 log kob/gr'dır.

İkinci grup 30. gün aerobik koloni sayısı minimum 3,60 log kob/gr, maksimum 6,30 log kob/gr, 60. gün değerleri minimum 2,78 log kob/gr, maksimum 5,30 log kob/gr, 90. gün değerleri minimum 3,15 log kob/gr ve maksimum 6,00 log kob/gr'dır. İki grup karşılaştırması istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır ($P>0,05$). Muhafaza aşamalarında yapılan istatistiksel analize göre; 1. grup 30.-60. gün $P=0,99$, 30.-90. gün $P=0,66$ ve 60.-90. gün $P=0,68$ 'dir. İkinci grup 30.-60. gün $P=0,905$, 30.-90. gün $P=0,853$ ve 60.-90. gün $P=0,613$ 'dür. Birinci ve ikinci grubun muhafaza sırasında aşamaları arası istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır ($P>0,05$) (Tablo 20).

Tablo 20: Muhafaza sırasında aşamalarda aerobik koloni sayısı (log kob/gr).

Aşamalar (log kob/gr)	1.grup $\bar{x} \pm SH$	2.grup $\bar{x} \pm SH$	P
30.gün	4,22 $\pm$ 0,62	4,96 $\pm$ 0,66	0,94
60.gün	4,25 $\pm$ 0,43	3,79 $\pm$ 0,56	0,69
90.gün	4,96 $\pm$ 0,66	4,68 $\pm$ 0,76	0,38

Birinci grup 30. gün koliform sayısı minimum 1,30 log kob/gr, maksimum 2,30 log kob/gr, 60. gün değerleri minimum 1,48 log kob/gr, maksimum 3,30 log kob/gr, 90. gün değerleri minimum < 1 log kob/gr ve maksimum 3,23 log kob/gr'dır.

İkinci grup 30. gün koliform sayısı minimum 2,00 log kob/gr, maksimum 2,48 log kob/gr, 60. gün değerleri minimum 2,00 log kob/gr, maksimum 4,00 log kob/gr, 90. gün değerleri minimum < 1 log kob/gr ve maksimum 3,48 log kob/gr'dır. İki grup karşılaştırması istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır ($P > 0,05$). Muhafaza aşamalarında yapılan istatistiksel analize göre; 1. grup 30.-60. gün $P = 0,578$, 30.-90. gün $P = 0,94$ ve 60.-90. gün $P = 0,397$ 'dir. İkinci grup 30.-60. gün $P = 0,76$, 30.-90. gün $P = 0,99$ ve 60.-90. gün $P = 0,782$ değerleri elde edilmiştir. Birinci ve ikinci grubun muhafaza aşamaları arası istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır ($P > 0,05$) (Tablo 21).

Tablo 21: Muhafaza sırasında aşamalarda koliform sayısı (log kob/gr).

Aşamalar (log kob/gr)	1.grup $\bar{x} \pm SH$	2.grup $\bar{x} \pm SH$	P
30.gün	2,10 $\pm$ 0,28	2,28 $\pm$ 0,10	0,43
60.gün	2,84 $\pm$ 0,45	2,82 $\pm$ 0,44	0,41
90.gün	1,85 $\pm$ 0,70	2,31 $\pm$ 0,80	0,68

Birinci grup 30. gün *Staphylococcus/Micrococcus* sayısı minimum 2,00 log kob/gr, maksimum 2,64 log kob/gr, 60. gün minimum 2,00 log kob/gr, maksimum 3,00 log kob/gr, 90. gün minimum 2,00 log kob/gr ve maksimum 3,34 log kob/gr'dır.

İkinci grup 30. gün *Staphylococcus/Micrococcus* sayısı minimum 2,00 log kob/gr, maksimum 2,30 log kob/gr, 60. gün minimum 2,00 log kob/gr, maksimum

2,70 log kob/gr, 90. gün değerleri minimum 2,00 log kob/gr ve maksimum 3,90 log kob/gr'dır. İki grup karşılaştırması istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır ($P>0,05$). Muhafaza aşamalarında yapılan istatistiksel analize göre; 1. grup 30.-60. gün $P=0,897$, 30.-90. gün $P=0,933$ ve 60.-90. gün $P=0,996$ 'dır. 2. grup 30.-60. gün $P=0,891$, 30.-90. gün $p=0,089$ ve 60.-90. gün $P=0,178$ değerleri elde edilmiştir. Birinci ve ikinci grubun muhafaza aşamaları arası istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır ($P>0,05$) (Tablo 22).

Tablo 22: Muhafaza sırasında aşamalarda *Staphylococcus/Micrococcus* sayısı (log kob/gr).

Aşamalar (log kob/gr)	1.grup $\bar{x}\pm SH$	2. grup $\bar{x}\pm SH$	P
30.gün	2,39 $\pm$ 0,13	2,07 $\pm$ 0,07	0,26
60.gün	2,55 $\pm$ 0,20	2,25 $\pm$ 0,16	0,34
90.gün	2,51 $\pm$ 0,32	2,99 $\pm$ 0,42	0,51

Birinci grup 30. gün maya- küf sayısı minimum < 1 log kob/gr, maksimum 2,60 log kob/gr, 60. gün minimum 2,30 log kob/gr, maksimum 3,04 log kob/gr, 90. gün minimum 2,00 log kob/gr ve maksimum 3,77 log kob/gr'dır.

İkinci grup 30. gün maya- küf sayısı minimum < 1 log kob/gr, maksimum 2,70 log kob/gr, 60. gün minimum 2,00 log kob/gr, maksimum 3,78 log kob/gr, 90. gün minimum 3,00 log kob/gr ve maksimum 4,70 log kob/gr'dır. İki grup karşılaştırması istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır ($P>0,05$). Muhafaza aşamalarında yapılan istatistiksel analize göre; 1. grup 30.-60. gün $P=0,32$, 30.-90. gün $P=0,178$ ve 60.-90. gün $P=0,898$ 'dir. 2. Grup 30.-60. gün $P=0,643$, 30.-90. gün $P=0,090$ ve 60.-90. gün $P=0,233$ 'dür. . Birinci ve ikinci grubun muhafaza aşamaları arası istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır ($P>0,05$) (Tablo 23).

Tablo 23: Muhafaza sırasında aşamalarda maya-küf sayısı (log kob/gr).

Aşamalar (log kob/gr)	1.grup $\bar{x}\pm SH$	2. grup $\bar{x}\pm SH$	P
30.gün	1,84 $\pm$ 0,61	2,00 $\pm$ 0,66	0,81
60.gün	2,78 $\pm$ 0,16	2,69 $\pm$ 0,43	0,11
90.gün	3,04 $\pm$ 0,37	3,82 $\pm$ 0,47	0,88

4.4. Duyusal Analiz Değerleri

Salam grupları çiğ ve pişmiş olarak panel grubunun değerlendirilmesine sunuldu. Panel grubu değerlendirme sonuçları istatistik analizine göre gruplar arası farklılık yoktur $P>0,05$. Tablo 24’de sonuçlar gösterildi.

Tablo 24: Duyusal kriterler değerlendirme sonuçları.

KRİTER	1. grup Çiğ $\bar{x}\pm SH$	2.grup Çiğ $\bar{x}\pm SH$	P Çiğ	1. grup Pişmiş $\bar{x}\pm SH$	2.grup Pişmiş $\bar{x}\pm SH$	P Pişmiş
Genel Görünüm(Bütün Olarak)	7,06± 0,05	7,62±0,15	P=0,06	6,90± 0,26	7,62± 0,15	P=0,06
Kesit Yüzey Görünüş	6,62± 0,26	7,06± 0,20	P= 0,27	6,87± 0,32	7,34± 0,14	P=0,64
Renk	6,82± 0,27	7,46± 0,16	P= 0,10	7,11± 0,29	7,87± 0,35	P= 0,27
Koku	6,81± 0,20	7,87± 0,29	P= 0,29	7,25± 0,25	8,40± 0,18	P= 0,06
Aroma-Tat	6,83±0,12	7,36±0,3	P=0,16	8±0	8,06± 0,30	P= 0,84
Tekstür- Yapı	7,06± 0,06	7,12± 0,08	P= 0,72	8±0	8,15±0,33	P=0,72
Ağızda Bıraktığı His	6,87±0,12	7,37±0,3	P=0,16	7,75±0,16	8,12±0,39	P=0,27
Genel Olarak Kabul Edilebilirlik	6,75±0,31	7,37±0,18	P=0,16	7,75±0,16	8, 12±0,39	P=0,27

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmamızda iki farklı miktarda nitrit kürleme tuzu kullanılarak (75 ve 150 NaNO₂ mg/kg) üretilen salamlar; üretim aşamalarında ve tüketime hazır hale gelmiş son üründe, ayrıca buzdolabında 90 gün süreyle muhafazası sırasında, nitrit ve nitrat miktarları, diğer kimyasal özellikleri, pH değerleri ve mikrobiyolojik analizler yanında duyu özellikleri bakımından değerlendirildi.

Salam üretim akışında aşamalarda ölçülen pH değerleri 1. grup salamlarda ortalama son ürün (0.gün) 5,90, 2. grup salamlarda ortalama 5,87'dir. Çalışmamızda her iki grup salamın üretim aşamalarında ölçüm sonuçları istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Nitekim TSE-TS 979'nolu salam standardında ve TGK emülsifiye et ürünü kategorisine göre salamların maksimum pH değeri 6,4 olarak bildirilmiştir. Bu durumda ürettiğimiz her iki grup salam örneğinde pH değeri TSE ve TGK'nın limitleri içinde bulunmuştur. Karaca (2020), farklı bağlayıcı ajanlar ve nitrit kullanılarak üretilen et ve et ürünlerinde (50, 100 ve 150 mg/kg nitrit eklenen dana kıyması) 0. gününde tespit edilen pH değerlerinin 5,91 ve 6,04 aralığında, kontrol grubu ve diğer gruplar genel olarak değerlendirildiğinde 0. gün pH değerleri arasında önemli bir farklılık yoktur. Çalışmamızda son ürün pH değerleri 5,5 ve 5,98 arasındadır, Karaca'nın (2020), değerleri bulgularımıza benzerlik göstermektedir. Başka bir çalışmada; ısıtma işlemi uygulanarak üretilen sucuklarda nitritin pH değerini etkilemediği belirtilmiştir (Kurt, 2006). Yapmış olduğumuz çalışmada da benzer şekilde örneklerin pH değerleri farklı nitrit miktarına göre değişmemiştir.

Salam örnekleri ile yapılan bir çalışmada; pH değerleri 6,34-6,46 bulunmuştur. Bu değerler çalışmamızda bulunan değerlerden biraz daha yüksektir (Apaydın, Ceylan, & Kaya, 2003).

Birinci grup salamların % nişasta, % protein, % tuz, % yağ ve % rutubet değerleri ortalaması sırasıyla %2,91; %16,23; %1,1; %17,98 ve %61,99'dur. İkinci gruplarının % nişasta, % protein, % tuz, % yağ ve % rutubet değerleri ortalaması sırasıyla %2,52; %15,92; %1,23; %17,92 ve %63,53'dür. TSE-TS 979 (2017) salam standardına göre nişasta en çok %3,5, protein en az değeri %13, tuz en çok %3, yağ en çok %20 ve rutubet en çok %65 şeklinde belirtilmiştir. TGK Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği (2019) göre protein kütleye en az % 10, nişasta

miktarı toplamı kütlege en fazla % 5 olarak bildirilmektedir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar standart ve tebliğde verilen değerleri aşmamış olup tüketime uygun değerler içindedir. Birinci ve ikinci grupta farklı miktarda kullanılan katkı maddesi miktarına göre kimyasal analiz sonuçları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde anlamlı bir farklılık yoktur $P>0,05$, Tablo 5, 6, 7, 8 ve 9’da gösterilmiştir.

Alirezalu ve ark. (2019)’nın çalışmasında; rutubet % 60,56, yağ %18,09, protein %13,47 ve tuz %2,77’dir. Nitrit ve alternatif madde (nisin, polilis, kitosan ve karışık bitkisel ekstrakt) kullanılan salam grupları arası ham madde aynı olduğu için farkın önemli olmadığını açıklamışlardır. Araştırmacıların verileri ele alındığında, çalışmamıza göre tuz oranı yüksek, protein oranı düşük, yağ ve rutubet oranı benzer seviyelerdedir.

Ülkemizde yapılan bir piyasa çalışmasında 16 salam, 13 adet sosis numunesi ele alınmıştır. Salamlarda yağ ve tuz değerleri salam ortalama değerleri sırasıyla %15,5; %1,6, sosis’de %16,3; %1,7’dir (Kuyumcu, & Yurttagül, 2000). Bu değerler çalışmamızdaki değerler ile benzerlik göstermektedir.

Salam örneklerinde yapılan piyasa çalışmasında yağ %15,13, protein %13,40, tuz %1,95 değerleri elde edilmiştir. Çalışmamızdaki salamların değerlerine göre protein ve yağ değerleri düşüktür, tuz değeri ise benzer değerlere sahiptir (Apaydın ve ark., 2003) .

Salam gruplarında üretim aşamalarında değerlendirilen nitrit miktarları: Birinci grup: Hamur karışımı nitrit değerleri grup ortalaması $72,00 \pm 4,14$ mg/kg, ön kurutma sonrası nitrit değerleri grup ortalaması $59,20 \pm 2,54$ mg/kg, son ürün (0. gün) nitrit değerleri grup ortalaması $54,00 \pm 3,78$ mg/kg bulunmuştur. İkinci grup: Hamur karışımı nitrit değerleri grup ortalaması $141,75 \pm 12,65$ mg/kg, ön kurutma sonrası nitrit değerleri grup ortalaması $126,57 \pm 11,87$ mg/kg, son ürün (0. gün) nitrit değerleri grup ortalaması $90,00 \pm 11,59$ mg/kg’ dır. Her iki grup salamda da üretim sırasında hamur karışımında ve son ürünlerdeki aşamalar arası nitrit değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($P < 0,05$).

Farklı tekniklerle sucuk üretim konusu ele alınan araştırmada; teknolojisi gereği uygulanan ısı işlemin kalıntı nitrit miktarını etkilediği, sucuğa 30 dakika 60°C ’ de uygulanması ile nitrit miktarının $44,55$ mg/kg’dan $24,75$ mg/kg’a kadar azaldığı belirtilmiştir (Soyutemiz, Oruç, Ceylan, & Çetinkaya, 2004). Çalışmamızda

salamlarda 60 °C’de 25 dk dumanlama ve 80 °C’de 20 dk haşlama işlemi sonrası son ürünlerdeki salamlarda nitrit miktarının her iki grubun değerlendirilmesinde 1. grup salamlarda ortalama 72,0 mg/kg’dan 54,0 mg/kg’a ve 2. grup salamlarda ortalama 141,75 mg/kg’dan 90,0 mg/kg değerine düşmüştür. Bu durumda birinci grup salamların üretimi sırasında nitrit miktarında yaklaşık %75, ikinci grup salamların nitrit miktarında ise yaklaşık %63,50 oranında bir düşüş meydana gelmiştir.

Karaca (2020), 3 farklı miktarda nitrit eklenen dana kıyma örneklerinde kullanılan bazı antioksidanların örneklerdeki kalıntı nitrit miktarının, uygulanan nitrit dozunun artmasına bağlı olarak arttığını ve bu artışın istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) olduğunu saptamış olup bizim bulgularımızla paralellik göstermektedir. Nitekim, Karaca (2020) depolamanın 0. gününde 50 mg/kg nitrit içeren deneme gruplarında kalıntı miktarları 4,40; 5,53 mg/kg, 100 mg/kg nitrit içeren örneklerde kalıntı nitrit miktarı 9,23; 10,98 mg/kg, 150 mg/kg nitrit içeren gruplarda ise kalıntı nitrit miktarı 12,55; 16,83 mg/kg arasında saptamıştır. Çalışmamızdaki 2. grup (150 mg/kg nitrit ilave edilen) salamlarda kalıntı nitrit değerleri ortalama 90 mg/kg olup, Karaca’nın değerlerinin üzerindedir.

Ürettiğimiz salamların buzdolabında muhafazası sırasında nitrit değerleri incelendiğinde, birinci grup: 30. gün nitrit değerleri grup ortalaması $29,00\pm3,10$ mg/kg, 60. gün nitrit değerleri grup ortalaması $14,75\pm1,97$ mg/kg, 90. gün nitrit değerleri grup ortalaması $5,43\pm1,35$ mg/kg bulunmuştur. İkinci grup: 30. gün nitrit değerleri grup ortalaması $54,90\pm5,89$ mg/kg, 60. gün nitrit değerleri grup ortalaması $24,40\pm2,33$ mg/kg, 90. gün nitrit değerleri grup ortalaması $11,72\pm2,39$ mg/kg’dır. Tablo 12’de görüldüğü gibi 1. ve 2. grup salamların buzdolabında 4°C de muhafazası sırasında sadece 30. gün sonunda nitrit miktarları arasındaki fark önemli bulunmuş, 1. grup salamlardaki değerler 2. grup salamlara ait nitrit miktarlarından önemli derecede düşük çıkmıştır. Nitekim muhafazanın 30. gününde 1. grup salamlarda nitrit miktarı ortalama 29,0 mg/kg iken 2. grup salamlarda bu değer 54,0 mg/kg’dır. 60. ve 90. günlerdeki değerler ise 1. grup salamlarda daha düşük olmasına rağmen aradaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Tablo 12’de ise her iki grup salamda da 4 °C de muhafaza işleminin, salam üretim aşamaları arasındaki nitrit miktarını önemli derecede düşürdüğü görülmektedir. Her iki deneysel grubun muhafaza işlemi sırasındaki aşamalar karşılaştırıldığında; 30. gün ile 60. gün ve 30. gün ile 90. gün

aşamaları arasında önemli farklılık vardır, fakat 60. gün ve 90. gün aşamaları arasında önemli bir farklılık mevcut değildir.

Belçika’da yapılan bir çalışmada 101 adet işlenmiş et örneğinde raf ömrünün son günü kalıntı nitrit ve nitrat miktarları incelenmiştir. Et ürünlerinde kullanımına izin verilen nitrit miktarı 150 mg/kg’dır. Kalıntı nitrit miktarı maksimum 147,5 mg/kg ve kalıntı nitrat miktarı maksimum 167,8 mg/kg bulunmuştur (De Mey, ve ark., 2014). Belçika’da yapılan bu çalışma sonuçları, çalışmamızdaki muhafaza sırasında elde ettiğimiz kalıntı nitrit ve nitrat değerlerden oldukça yüksektir.

İran’da yapılan bir çalışmada; Arak şehrinde satılan hamburgerlerde kalıntı nitrit seviyeleri 30-100 mg/kg aralığında bulunmuştur. Yüksek kalıntı nitrit seviyelerinin, olumsuz üretim koşulu ve kullanılan nitrit standardı yetersizliğinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Govari, & Pexara, 2015). Bulunan değerler çalışmamızda satışa hazır hale gelen salamlara (0. gün) ait nitrit miktarlarına benzerlik göstermektedir.

Çin’de 2000-2011 yılları arasında yapılan çalışmada et ürünlerinde nitrit kalıntı miktarı hakkında yapılan çalışmaya göre; çeşitli et ürünlerinden toplam 13316 örnek incelenmiş olup nitrit seviyeleri 0 ile 2808,2 mg/kg arasında bulunmuştur. İşlenmiş etlerdeki en yüksek kalıntı nitrit seviyesinin 2808,2 mg/kg olduğunu tespit edilmiştir. Çin Halk Cumhuriyeti gıda güvenliği yasalarına göre işlenmiş et ürünlerinde kullanılan nitrit ilavesinin yasal sınırı 150 mg/kg, maksimum kalıntı nitrit seviyesi sınırı 30 mg/kg olarak belirlenmiştir (Zhang ve ark., 2017). Çin’de et ürünlerinde yasal olarak kullanılacak maksimum nitrit miktarı ülkemizde TGK’nde getirilen limit ile aynıdır, fakat ülkemizde de gıda kodeksine tüketime hazır hale gelen salamlarda kalıntı limit miktarı ile ilgili bir sınırlama getirilmemiştir.

Karaca (2020), 3 farklı miktarda nitrit kullanarak deneysel dana kıyma grupları depolamasının 30. gününde 150 mg/kg nitrit içeren örneklerde kalıntı nitrit miktarı 6,60 ve 15,32 mg/kg’dır. Çalışmamızda 2. grup salamlarda 30. gün kalıntı nitrit seviyesi 41,60 ve 69,00 mg/kg değer aralığındadır, Karaca’nın (2020) elde ettiği sonuçlardan yüksektir.

Yapılan başka bir çalışmada uygulanan 3 farklı sıcaklıkta, her gruba 55 mg/kg miktarında nitrit eklenip üretilen deneysel sucuk gruplarında kalıntı nitrit miktarı 1,90 ve 9,28 mg/kg arasında değişmektedir (Toptancı, & Ercoşkun, 2017).

Çalışmamızda da benzer şekilde ısıtma işlemi nitrit miktarlarını önemli derecede düşmüştür. Ayrıca çeşitli çalışmalarda ısıtma işlemine tabi tutulan et ürünlerinde kalıntı nitrit miktarının azaldığını belirtmektedir (Yürür, 2007). Yapılan çalışmalardaki sonuçlara göre kullanılan/katılan nitrit miktarı ile kalıntı nitrit arasında doğru orantı olduğu görülmektedir. Eklenen nitrit yoğunluğu en etkili faktör olduğu bildirilmiştir. Kuo ve Chen (2004) yaptıkları çalışmada kalıntı nitrit miktarının depolama süresinde zamanla azaldığı bildirmişlerdir.

TGK'ne göre salam hamuruna katılmasına izin verilen maksimum nitrit miktarı 150 mg/kg olup, son ürünlerdeki nitrit miktarı ile ilgili bir sınırlandırma getirilmemiştir. Bu durumda TGK' ne göre ürettiğimiz 2. grup salamlarda (150 mg/kg nitrit ilave edilen) tüketime hazır hale gelmiş son ürünlerdeki nitrit miktarları minimum ve maksimum değerleri 62-111 mg/kg, ortalama 90 mg/kg olarak bulunmuştur. Bu durumda gıda kontrol hizmetlerinin yerine getirilmesi sırasında salamların maksimum nitrit miktarlarına göre değerlendirilmesinde sağlıklı sonuçlar elde etmek mümkün olmayacaktır. TGK'nin salamların üretimden hemen sonra son ürün (0. gün) halinde iken salamların içermesi gereken maksimum nitrit miktarlarına ait bir düzenleme yapması, ilave edilen değerden (150 mg/kg'dan) daha düşük 90 mg/kg gibi miktarlarda sınırlama getirmesi gerekmektedir. Nitekim depolama sonunda nitrit miktarları daha da düşmüş, salamların buzdolabında 30 gün muhafaza sonrasında nitrit miktarları ortalama 54,90 mg/kg'a, 60 gün sonra 24,40 mg/kg'a ve 90 gün sonra da 11,72 mg/kg olmuştur. Bu durumda salamların üretim tarihinin de nitrit miktarları üzerinde etkili olduğu anlaşılmaktadır ve buna göre TGK'nin salamların üretim tarihlerine göre nitrit miktarlarında bir sınırlandırma getirmesinin uygun olacağı kanaatindeyiz.

Khodadady ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada; İranda salam üretiminde izin verilen nitrit kullanım miktarı 120 mg/kg olarak belirtilmiş ve marketlerden rastgele alınan 120'şer adet farklı salam ve sosis örneğinde kalıntı nitrit değerlerine bakılmıştır. Tüketicilere ulaştıktan 1, 7 ve 14 gün sonra sosis kalıntı nitrit miktarlarının ortalama 38,40; 35,40; 3,55 mg/kg'dır. Salam kalıntı nitrit miktarlarının ortalama 25,25; 27,28; 18,01 mg/kg olduğu tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analize göre; birinci ve yedinci günler arasındaki farkın ($P=0,17$) anlamlı olmadığını, ilk gün on dördüncü gün ($P=0,003$) ve yedinci gün on dördüncü gün ($P=0,001$)

anlamli olduğunu belitmişlerdir. Bu çalışmada toplam nitrit miktarının değişikliklerinin salam numunelerinde azalan bir proses olduğu açıklanmıştır. Bu değerler çalışmamızdaki son ürün ile depolamanın 30. günü aralığındaki analiz sonuçlarımıza benzer sonuçlara sahiptir.

Salam retiminde üretim aşamalarında nitrat değerleri: Birinci grup: hamur karışımı nitrat değerleri grup ortalaması $4,85 \pm 3,61$ mg/kg, n kurutma sonrası nitrat değerleri grup ortalaması $4,77$ mg/kg, son ürün (0. gün) nitrat değerleri grup ortalaması $3,11 \pm 1,81$ mg/kg bulunmuştur. İkinci grup: hamur karışımı nitrat değerleri grup ortalaması $8,09 \pm 7,07$ mg/kg, n kurutma sonrası nitrat değerleri grup ortalaması $8,42 \pm 5,96$ mg/kg, son ürün (0. gün) nitrat değerleri grup ortalaması $9,45 \pm 5,55$ mg/kg bulunmuştur. 1. ve 2 grup salamların son üründeki nitrat değerleri arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir. Böylece salam hamuruna katılan nitrit miktarının artmasına bağlı olarak salamda nitrat oluşumunun da fazla olduğu görülmektedir. Her iki grupta da üretim sırasında aşamalar arası istatistiki olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır.

Buzdolabında $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ de muhafaza sırasında birinci grup salamlarda 30. gün nitrat değerleri grup ortalaması $2,80 \pm 1,93$ mg/kg, 60. gün ve 90. gün nitrat değerleri tespit değerinin altındadır ($< \text{LOQ}$). İkinci grup salamlarda ise 30. gün nitrat değerleri grup ortalaması $7,70 \pm 4,57$ mg/kg, 60. gün nitrat değerleri grup ortalaması $3,55 \pm 2,08$ mg/kg, 90. gün nitrat değerleri grup ortalaması $1,5 \pm 1,5$ mg/kg bulunmuştur. Buzdolabında 90 gün muhafaza sırasında nitrat değerleri her iki grupta da düşme göstermiş olup, bu düşüş istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Gruplar arası farklılıklar değerlendirildiğinde sadece 60. gündeki nitrat değerleri 2. grupta 1. gruba göre önemli derecede yüksek çıkmıştır. Muhafaza sırasında aşamalar arası önemli bir farklılık yoktur.

Sezer ve ark. (2013), çalışmalarında; 15 adet salam, 11 adet sosis numunesinde kalıntı nitrit miktarını salamlarda minimum ve maksimum $163\text{-}512$ mg/kg sosislerde ise $92\text{-}403$ mg/kg'dır. Salam örneklerinde kalıntı nitrat miktarı minimum ve maksimum $98\text{-}293$ mg/kg, sosis örneklerinde $154\text{-}453$ mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada etiket bilgisi ile yapılan analizlerin uyuşmadığı da dikkat çekilmektedir. Bulunan kalıntı nitrit ve nitrat değerleri çalışmamızda ise 0. gün

minimum ve maksimum nitrit deęerleri 60-157 mg/kg, nitrat deęerleri 0-29,30 mg/kg olup, Sezer ve ark. (2013), çalıřmasındaki deęerlerden dūřúktúr.

Yalçın ve ark. (2012), tarafından 50'şer adet marketlerden toplanan salam ve sosis numunesi kullanılmıştır. Bu numuneler içerisindeki maksimum kalıntı nitrat ve nitrit değerleri sırasıyla, sosislerde ise 169,05 ve 42,46 mg/kg, salamlarda 143,58 ve 42,28 mg/kg'dır. Bu çalışmanın nitrat değerleri çalışmamızdaki değerlerden oldukça yúksektir. Nitrit değerleri çalışmamızdaki 2. grup nitrit değerlerine benzerlik gústermektedir.

Ankara ilinde yapılan çalışmada toplanan salam örneklerinde sırasıyla minimum-maksimum nitrat ve nitrit değerleri 49,816 ve 110,022 mg/kg, 10,474 ve 123.432 mg/kg'dır. Nitrat ve nitrit değerleri çalışmamızda bulduğumuz sonuçlardan yúyüksek değerlerdedir (Kuyumcu, & Yurttagúl, 2000).

Siu ve Henshall (1998), tarafından yapılan çalışmada salamda nitrat ve nitrit analizleri yapmışlardır. Salamda nitrit 108 mg/kg, nitrat 98,5 mg/kg değerleri bulunmuştur.

Hsu, Arcot, Lee (2009), marketlerden temin ettikleri salam, sosisli sandviç, baharatlı sosis ve dana eti örneklerinden nitrat ve nitrit değerlerini ólmúřlerdir. Sosisli sandviç örneklerinde ortalama nitrat 69,9 mg/kg, nitrit 78,6 mg/kg saptanmıştır. Salam örneklerinde ortalama nitrat 142,5 mg/kg saptanmıştır. Baharatlı sosis örneklerinde ortalama nitrat 54,9 mg/kg, nitrit 83,9 mg/kg belirlenmiştir. Salam örneklerindeki nitrat sonuçları çalışmamızdaki sonuçlardan yúyüksek değerlere sahiptir.

Salam üretim aşamalarında yapılan mikrobiyolojik analiz sonuçları:

Birinci grupta aerobik koloni sayısı hamur karışımı grup ortalaması 4,76 log kob/gr, ön kurutma sonrası grup ortalaması 4,43 log kob/gr, son úrün (0.gün) grup ortalaması 3,59 log kob/gr'dır. İkinci grupta aerobik koloni sayısı hamur karışımı grup ortalaması 4,60 log kob/gr, ön kurutma sonrası grup ortalaması 4,24 log kob/gr, sayısı son úrün (0.gün) grup ortalaması 3,58 log kob/gr'dır. İki grup karşılaştırması istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($P>0,05$). Yúyüksek nitrit miktarı uygulamanın salamların toplam aerobik bakteri sayısı úzerinde bir etkisi olmamıştır. Üretim aşamaları kıyaslandığında birinci grup salam üretiminde tüm aşamalar arası anlamlı farklılık vardır ($P<0,05$). Hamur karışımından son úrúne kadar olan aşamalar

arasında 1,17 log kob/gr düşüş saptanmıştır. İkinci grup salam üretim aşamalarında ise sadece hamur karışımı ile son ürün arasında istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($P<0,05$). 1,02 log kob/gr düşüş vardır.

Önen (2020) yaptığı çalışmada salamlarda aerobik mezofilik genel canlı sayısını pişirme sonrası 4,07 log kob/gr, satışa hazır son ürün 5,25 log kob/gr değerlerini bulmuştur. Araştıracının değerleri çalışmamızdaki son ürün değerlerinden yaklaşık 1 log düzeyinde fazladır.

Birinci grupta koliform sayısı hamur karışımı grup ortalaması 2,99 log kob/gr, ön kurutma sonrası grup ortalaması 3,09 log kob/gr, sayısı son ürün (0.gün) grup ortalaması < 1 log kob/gr bulunmuştur. İkinci grupta koliform sayısı hamur karışımı grup ortalaması 3,09 log kob/gr, ön kurutma sonrası grup ortalaması 2,40 log kob/gr, sayısı son ürün (0.gün) grup ortalaması < 1 log kob/gr bulunmuştur. *E. coli* tespit edilmemiştir. Salam üretim aşamaları toplam koliform bakteri sayısında yaklaşık 3 log değerinde bir düşüşe neden olmuş, son üründe koliform bakteri saptanmamıştır.

Isıl işlem görmüş et ürünleri için koliform grubu bakteriler hijyen indikatörü olarak değerlendirilmektedir. Yapılan çalışmada son üründe koliform bakteri tespit edilmemesi iyi üretim hijyeni olduğunun göstergesidir. İki grup birbiri ile karşılaştırıldığında son ürünlerdeki koliform bakteri sayısı bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($P>0,05$). Her iki grubun kendi içinde üretim aşamaları kıyaslandığında ise hamur karışımından son ürüne kadar olan aşamalar arasında anlamlı bir farklılık vardır ($P<0,05$).

Birinci grupta *Staphylococcus/Micrococcus* sayısı hamur karışımı grup ortalaması 3,78 log kob/gr, ön kurutma sonrası grup ortalaması 3,24 log kob/gr, sayısı son ürün (0.gün) grup ortalaması 1,82 log kob/gr'dır. İkinci grupta *Staphylococcus/Micrococcus* sayısı hamur karışımı grup ortalaması 3,73 log kob/gr, ön kurutma sonrası grup ortalaması 3,02 log kob/gr, sayısı son ürün (0.gün) grup ortalaması 2,08 log kob/gr bulunmuştur. Koagülaz pozitif *S. aureus* tespit edilmemiştir. Üretim sırasında hamur karışımından son ürüne birinci grupta 1,96 log kob/gr düşüş varken, ikinci grupta 1,7 log kob/gr düşüş vardır. Birinci ve ikinci grup hamur karışımı-son ürün aşamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemli

bulunmuştur ($P<0,05$). İki grup karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($P>0,05$).

Birinci grupta maya- küf sayısı hamur karışımı grup ortalaması 3,93 log kob/gr, ön kurutma sonrası grup ortalaması 3,10 log kob/gr, sayısı son ürün (0.gün) grup ortalaması 1,50 log kob/gr bulunmuştur. İkinci grupta toplam maya- küf sayısı hamur karışımı grup ortalaması 3,10 log kob/gr, ön kurutma sonrası grup ortalaması 3,61 log kob/gr, sayısı son ürün (0.gün) grup ortalaması 1,07 log kob/gr bulunmuştur. Salam standardında (TSE-TS 979; 2017) maya-küf sayısı 2 log kob/g sınırlandırılmıştır. Çalışmamızda sonuçlar standarda uygun değerdedir. İki grup karşılaştırması istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($P>0,05$). Üretim aşamaları hamur karışımı-son ürün aşamaları arası istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($P<0,05$). İki grubun yaklaşık 2 log kob/g düşüş vardır.

Antalya’da bulunan üretim tesisinde sosis üretim hattının mikrobiyal etkenler açısından incelenmesinde; uygulanan pişirme işleminin mikroorganizma sayısında önemli azalma meydana geldiğini belirlemişlerdir. Pişirilmiş sosislerin *S. aureus* 1,08 log kob/g ve aerobik koloni sayılarının 3,93 log kob/g azaldığını *E. coli* ve maya-küf ise tespit edilmediği; buldukları sonuçlara göre birincil kontaminasyon kaynağının hammadde ve baharatlar, ikincil kaynağın ise personel ve alet - ekipman kaynaklı olabileceğini belirtmişlerdir (Güngör, & Gökoğlu, 2010). Çalışmamızda ise *S. aureus* tespit edilemedi, aerobik koloni sayılarının sonuçları çalışmamızda düşüktür, fakat maya-küf sonuçlarımız Güngör ve Gökoğlu’nun (2010), çalışmasındaki değerlerden yüksektir.

Üretimde uygulanan ısıl işlemin etkisiyle aerobik koloni sayılarının 50 °C’nin üzerinde yavaş, 60 °C’nin üzerinde hızlı bir şekilde düşmektedir. Mikroorganizmaların yapılarındaki proteinlerin ve yaşamsal aktiviteleri için kullandıkları enzimlerin denatürasyonu, mikroorganizmaların tamamen yıkılmasını sağlamaktadır. Ek olarak, su aktivitesi (aw), antimikrobiyal maddeler ve tuz konsantrasyonu gibi etkenler de mikroorganizmalara uygulanan ısıl işlemin etkisini artırabilmektedir. Isıl işlem; *Stafilokok-Mikrokok* sayısı 50 °C’de yavaş, sıcaklığın daha yüksek değerlerde olmasıyla birlikte düşüşün daha fazla arttığı görülmektedir (Ünlütürk, & Turantaş, 1998). Çalışmamızda ise ön kurutma sonunda

salam merkez sıcaklığı 35 °C, haşlama-piştirme esnasında salam merkez sıcaklığı 72 °C olana kadar ısıtım işlem uygulandı.

Salamların muhafaza aşamasında yapılan mikrobiyolojik analiz sonuçları:

Birinci grupta 30. gün aerobik koloni sayısı grup ortalaması 4,22 log kob/gr, 60. gün değerleri grup ortalaması 4,25 log kob/gr, 90. gün değerleri grup ortalaması 4,96 log kob/gr'dır. İkinci grupta 30. gün aerobik koloni sayısı grup ortalaması 4,96 log kob/gr, 60. gün değerleri grup ortalaması 3,79 log kob/gr, 90. gün değerleri grup ortalaması 4,68 log kob/gr'dır. İki grup karşılaştırması istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($P>0,05$). Muhafaza aşamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($P>0,05$).

Birinci grupta 30. gün koliform sayısı grup ortalaması 2,10 log kob/gr, 60. gün değerleri grup ortalaması 2,84 log kob/gr, 90. gün değerleri grup ortalaması 1,85 log kob/gr bulunmuştur. İkinci grupta 30. gün koliform sayısı grup ortalaması 2,28 log kob/gr, 60. gün değerleri grup ortalaması 2,82 log kob/gr, 90. gün değerleri grup ortalaması 2,31 log kob/gr bulunmuştur. *E. coli* tespit edilmemiştir. İki grup karşılaştırması istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($P>0,05$). Muhafaza aşamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($P>0,05$).

Erzurum ilinde dört farklı firmaya ait toplanan salam numuneleri için yapılan mikrobiyolojik analizlere göre sonuçları; koliform grubu bakteri ve *E. coli* mikrobiyolojik analiz sonucu sayılarının <1 log kob/gr'da az olduğu belirlenmiştir (Apaydın ve ark., 2003). Çalışmamızda tüketime sunulan son ürün aşaması değerlendirmesi koliform grubu <1 log kob/gr'dır. *E. coli* tespit edilmemiştir. Ancak 30. günden itibaren her iki grupta da koliform bakteri sayısında artış vardır ve 90. günde maksimum koliform sayısı 3,48 log kob/gr'dır.

Birinci grupta 30. gün *Staphylococcus/Micrococcus* sayısı grup ortalaması 2,39 log kob/gr, 60. gün değerleri grup ortalaması 2,55 log kob/gr, 90. gün değerleri grup ortalaması 2,51 log kob/gr bulunmuştur. İkinci grupta 30. gün *Staphylococcus/Micrococcus* sayısı grup ortalaması 2,07 log kob/gr, 60. gün değerleri grup ortalaması 2,25 log kob/gr, 90. gün değerleri grup ortalaması 2,99 log kob/gr bulunmuştur. Koagülaz pozitif *S. aureus* tespit edilmemiştir. İki grup karşılaştırması istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($P>0,05$). Muhafaza aşamaları arası istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($P>0,05$).

Birinci grupta 30. gün maya- küf sayısı grup ortalaması 1,84 log kob/gr, 60. gün değerleri grup ortalaması 2,78 log kob/gr, 90. gün değerleri grup ortalaması 3,04 log kob/gr bulunmuştur. İkinci grupta 30. gün maya- küf sayısı grup ortalaması 2,00 log kob/gr, 60. gün değerleri grup ortalaması 2,69 log kob/gr, 90. gün değerleri grup ortalaması 2,82 log kob/gr bulunmuştur. İki grup karşılaştırması istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($P>0,05$). Muhafaza aşamaları arası istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($P>0,05$).

Beccali ve ark. (2019), vakum paketli hazır tüketilebilir et ürünlerinde yaptıkları mikrobiyolojik çalışma sonuçlarına göre aerobik koloni sayıları $<10^2$ - $2,4 \times 10^2$ kob/gr ve *E. coli* sayımları genellikle saptama sınırının altında sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmamızdaki muhafaza aşamalarındaki *E. coli* sonuçlarımız ile paralellik gösterirken, aerobik koloni sayısı çalışmamızda daha yüksektir.

Kars'da yapılan piyasa çalışmasında toplanan vakum paketli Frankfurter sosis, salam örneklerinde toplam aerobik koloni sayısı, koliform ve maya-küf sayısı 2,0 log kob/gr'dan daha düşük bulunmuştur (Elmalı, Ulukanlı, & Yaman, 2005). Sonuçlar çalışmamızdaki muhafaza aşamaları ile değerlendirildiğinde Elmalı ve ark. (2005), sonuçlarından yüksek bulunmuştur.

Salam grupları çiğ olarak ve pişirildikten sonra duyu özellikler (genel görünüş, kesit yüzey, renk, koku, aroma-tat, tekstür-yapı, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik) açısından değerlendirmeye alınmıştır, 1. grup çiğ örnek genel görünüm (bütün paketli hali) ortalaması 7,06, kesit yüzey görünüş 6,62, renk 6,82, koku 6,81, aroma-tat 6,83, tekstür-yapı 7,06, ağızda bıraktığı his 6,87 ve genel olarak kabul edilebilirlik 6,75, pişmiş örnek genel görünüm (bütün paketli hali) ortalaması 6,90, kesit yüzey görünüş 6,87, renk 7,11, koku 7,25, aroma-tat 8, tekstür-yapı 8,0, ağızda bıraktığı his 7,75 ve genel olarak kabul edilebilirlik 7,75 olarak puanlandı. İkinci grup çiğ örnek genel görünüm (bütün paketli hali) ortalaması 7,62, kesit yüzey görünüş 7,06, renk 7,46, koku 7,87, aroma-tat 7,3, tekstür-yapı 7,12, ağızda bıraktığı his 7,37 ve genel olarak kabul edilebilirlik 7,37, pişmiş örnek genel görünüm (bütün paketli hali) ortalaması 7,62, kesit yüzey görünüş 7,34, renk 7,87, koku 8,40, aroma-tat 8,06, tekstür-yapı 8,15, ağızda bıraktığı his 8,12 ve genel olarak kabul edilebilirlik 8,12 olarak puanlandı (Tablo 24). Panel grubu değerlendirmesi sonuçlarına göre: iki grup salamın çiğ ve pişmiş örneklerde yapılan değerlendirmede

sonuçlar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır $P>0,05$. Nitritli kürleme tuzu az olan salamalarda (1. grup) duyusal özelliklerin tüketicisi açısından kabul edilebilir kriterlere sahip olduğu görülmüştür.

Alirezalu ve ark. (2019), nitrit katkı maddesinin özellikle çocuklar ve yetişkinler için oluşturacağı zararlarından dolayı nitrite alternatif olarak kullanılabilecek maddeler (nisin, polilisini, kitosan ve karışık bitkisel ekstrakt) kullanmışlardır. Alternatif maddeler eklenen gruplar ve kontrol grubuna 120 mg/kg nitrit eklenen sosisleri değerlendirmeye almıştır. Kontrol grubu özellikleri, raf ömrü ve nitrit içermeyen sosislerin duyusal değerlendirmesi yapılmıştır. İki grup karşılaştırıldığında duyusal analizler (renk, tat, koku ve tekstür) bakımından anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Kullanılan farklı maddeler ile üretilen grup ile kontrol grubu arasında kimyasal özelliklerde de benzer değerler ortaya çıkmıştır.

Sosislerdeki kalıntı nitrit miktarı azaltılmaya dair yapılan çalışmada; 0, 50, 70 ve 90 mg/kg nitrit ilave edilmiş gruplar, üretimde tüm grupların pH'sı glukona delta lakton ile 5,4'e sabitlenmiş, iç sıcaklığı 75 C oluncaya kadar pişirilmış, kısa sürede soğutulan ve düşük sıcaklıkta (3 C-10 C) muhafaza edilmiş. Sosislerde kontrol grubuna ise olan 120 mg/kg nitrit ilave edilmiş sosilerde toplam mikroorganizma sayısı 2×10^3 kob/gr, 50, 70 ve 90 mg/kg olan gruplarda $<10^2$ kob/gr bulunmuş. Renk, tat, lezzet ve tekt r özellikleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Jafari, & Emam-Djomeh, 2007).

Diğer bir çalışmada; et ürününe katılan nitrit miktarının 150 mg/kg'dan 100 mg/kg'a düşürülmesi sonucuna göre hem antimikrobiyal hem de duyusal olarak istenen sonuçların alınabildiği bildirilmiştir (Kaynakçı, & Kılıç, 2009)

Ducic ve ark. (2017) tarafından yapılan nitrit ilaveli ve nitrit bulunmayan salamalar karşılaştırıldığında; renk, koku, tat her iki grupta iyi olarak değerlendirilmiştir. Bu sonuçlar bizim bulgularımızla benzerlik göstermektedir.

Günümüzde artan nüfus yoğunluğu ve kadınların iş hayatına dahil olması sonucu değişen yeme alışkanlıklarından dolayı standart/fabrikasyon gıda üretimi ile hazır t ketelebilen gıda maddelerine olan ilgi büyük ölçüde artmıştır. Diğer taraftan et ürünlerinin raf ömrünün uzatılması, tazeliğinin korunması, mikrobiyal bozulmanın azaltılması, lezzetinin ve duyusal özelliklerinin standartlaştırılması gibi faktörler için katkı maddelerinin kullanımı da önem kazanmıştır. Dünya çapında

yapılan çalışmalar kullanılan bu gıda katkı maddelerinin her gün az miktarda tüketilmesi ya da yüksek dozda alınması sonucu insan metabolizmasında reaksiyona girerek kansere predispoze maddeler haline geldiğini göstermektedir.

Bu nedenle çalışmamızda, günümüzde yaygın olarak tüketilen et ürünlerinden olan salamların teknolojisi gereği kullanılan ve kanserojen etkili olan nitritin TGK'ne uygun miktarlarda ürüne katıldığında tüketime hazır hale gelen ve üç ay süreyle buzdolabında saklanan salamlardaki kalıntı nitrit miktarlarında bir değişim olup olmadığını saptamayı amaçladık. Ayrıca salamların kalite kriterleri değerlendirilerek TGK'nin maksimum doz olarak belirlediği 150 mg/kg sodyum nitrit kürleme tuzunun miktarını yarıya indirerek (75 mg/kg) rettiğimiz salamları değerlendirerek iki grup salamı karşılaştırma olanağı sağladık ve düşük miktarlarda nitrit kürleme tuzu kullanılarak salam üretme olanaklarını araştırdık.

Sonuç olarak;

1. TGK'nin salamlarda belirlediği maksimum 150 mg/kg nitritli kürleme tuzu kullanımını sınırını uygulayarak ürettiğimiz salamların tüketime hazır hale geldiğinde çok daha düşük miktarlarda ortalama 90 mg/kg nitrit (NO₂) içerdiğini saptadık. Bu durumda TGK'ne salamların tüketime hazır hale geldiğinde içermesi gereken maksimum nitrit miktarı ile ilgili bir sınırlama getirilmesi zorunluluğu olduğunu tespit ettik.

2. Tüketime hazır hale gelen salamların üç ay süresince buzdolabında muhafazası sırasında da nitrit (NO₂) miktarlarının azaldığını bu değerlerin 30. gün de 20-69 mg/kg, 60. gün 9,00-30,00 mg/kg, 90. gün 2,85-16 mg/kg değerleri arasında olduğunu saptadık. Bu durumda üretimden hemen sonra ve artan depolama süresine bağlı olarak da nitrit miktarları arasında bir azalma meydana geldiği için salamin üretim tarihi ile son kullanım tarihi arasındaki nitrit miktarları da farklı olduğunu gördük. Böylece gıda kontrol hizmetleri bakımından bu durumun da değerlendirmeye alınması gerektiği ve tüketiciyi korumak için satışa sunulan salamların içermesi gereken maksimum nitrit miktarlarının düzenlenmesi ve üretim tarihi göz önünde bulundurularak miktarın düşürülmesi gerektiği düşüncesindeyiz.

3. Diğer taraftan TGK'nin belirlediği maksimum nitrit (NO₂) miktarının yarısı 75 mg/kg nitritli kürleme tuzu ilave edilerek ürettiğimiz salamlarda son üründeki nitrit miktarları ortalama 54 mg/kg değerdedir ve bu değerlerin diğer grup

ile karşılaştırıldığında istatistiki olarak önemli derecede düşük olduğu saptanmıştır. Nitekim üç aylık buzdolabında muhafaza işlemi bu miktarların 30. gün ortalama 29 mg/kg, 90. gün ortalama 5,43 mg/kg değerine düşerek daha da azalmasına neden olmuştur. Düşük nitrit kütleme tuzu kullanarak ürettiğimiz salamların gerek mikrobiyolojik gerek kimyasal özellikleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Salamlardaki istenilen duyuşal özellikleri kazandırmak için katılan nitrit tuzunun azaltılması salamların duyuşal özelliklerinde (örnek genel görünüm, kesit yüzey görünüş, renk, koku, aroma-tat, tekstür-yapı, ağızda bıraktığı his ve genel olarak kabul edilebilirlik) kısmi azalmaya neden olsa bile bu fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Bu durumda özellikle çocukların ve gençlerin yaygın olarak tükettikleri ve sevdikleri salam sosis gibi ürünlerde nitrit kütleme tuzunun maksimum 75 mg/kg miktarında katılması zorunlu hale getirilebilir. Nitekim bazı ülkeler örneğin Norveç et ürünlerinde nitrit kullanımını tamamen yasaklamışken, Danimarka'da 60 mg/kg, İran'da 120 mg/kg ile sınırlandırılmıştır (Alirezalu ve ark., 2019; Kaynakçı & Kılıç, 2009; The European Commission, 2018). Çin Halk Cumhuriyeti Gıda Güvenliği Yasalarında et ürünlerinde kullanılan nitrit miktarı 150 mg/kg'dır ve buna ek olarak son ürün kalıntı miktarı 30 mg/kg olarak belirtilmiştir (Zhang ve ark., 2017). Kore'de et ürünlerinde 70 mg/kg'a kadar izin verilirken, ABD sodyum nitrit konsantrasyonunu sosis için 156 mg/kg miktarında sınırlandırılmıştır (Ko, Park, Yoon, 2016).

4. Salamlar farklı miktarlarda sodyum nitrit (NaNO_2) (75 mg/kg ve 150 mg/kg) kullanılıp üretim yapılması sonucu pH değeri, kimyasal analiz (yağ, nişasta, tuz, protein ve rutubet) değerleri ve mikrobiyolojik analizler (aerobik koloni sayısı, koliform bakteri, *Stafilokokkus/Mikrokokkus* ve maya-küf) sonuçları arasında bir farklılık bulunmadı. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre nitrit miktarının azaltılarak tüketilmesinde bir olumsuz sonuç bulunmadı. Az miktarda (75 mg/kg) katkı maddesi kullanılan salam grubu tüketim için tercih edilebilir.

Hannover 1980'de et ürünlerine kullanılacak kütleme tuzunda nitrit miktarlarının %20 azaltılması, son üründe kalıntı nitrit ve nitratın sodyum nitrit cinsinden hesabına göre toplam maksimum 100 mg/kg olması ve potasyum nitritin ise sadece uzun süre olgunlaştırma işlemine tabi olacak et ürünlerinde kullanılabileceğini belirtmiştir.

Bu nedenle Türk Gıda Kodeksinde nitrit/nitrat kütleme tuzu için kalite kriterleri açısından maksimum kalıntı limiti miktarı için bir sınırlama getirilmesi gereklidir. Gıda kontrol hizmeti açısından muhafaza sırasındaki düşüş de göz önünde bulundurulmalıdır. Gıda kontrolü değerlendirilmesinde kullanılan katkı maddesi miktarı üretim prosesi sürecinde, ürünlerin muhafaza sürecinde de kalıntı miktarının azaldığı bilgisine göre değerlendirme yapılmalıdır. Gıdalarda nitrit ve nitratın indirgenme ürünlerinin, nitroso bileşiklerinin kanserojen etkisi (Herrmann, Duedahl-Olesen, Christensen, Olesen, & Granby, 2015; Özçelik, 1982; Khodadady ve ark., 2012) göz önünde bulundurulduğunda salamlarda nitrit kütleme tuzu kullanım miktarı 75 mg/kg olarak düzenlenebilir görüşündeyiz. Ülkemizde gıda kontrol hizmetlerinin iyi bir şekilde uygulanması halk sağlığının korunması bakımından çok önemli bir faktördür, elde ettiğimiz sonuçların bu bakımdan önemli bir durumu ortaya koyduğu düşüncesindeyiz. Bu bakımdan gıda güvenliği standartlarını mümkün olan en kısa sürede uygulamak, genel gıda standartlarını iyileştirmek ve ülkemizdeki yerel gıda güvenliği standartlarını güçlendirmek için ideal bir sistem oluşturulmasını öneriyoruz.

6. KAYNAKLAR

- Akder, R.N., Meseri, R., & Çakıroğlu, F.P. (2018). Okul Çağı Çocukluk Döneminde Beslenme Eğitimi, *Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1-10.
- Alagöz, E., Can, F., & Sarıçoban, C. (2019). Et Emülsiyonlarında Emülsiyon Stabilitesini Etkileyen Faktörler, Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/profile/TohfaNasibova/publication/338955265_Full_Book_4th_International_Anatolian_Agriculture_Food_Environment_and_Biology_Congress_April_2019_Afyonkarahisar_Turkey/links/5e34842792851c7f7f11aab2/Full-Book-4th-International-Anatolian-Agriculture-Food-Environment-and-Biology-Congress-April-2019-Afyonkarahisar-Turkey.pdf
- Alamin, S. A., Ahmed, D. A., & Agab, H. (2015). A Study of Sensory Evaluations of Different Types of Sausages in the Sudanese Palate, *Sudan International Journal of Research in Agriculture and Forestry*, Erişim adresi: <http://www.ijraf.org/pdf/v2-i7/3.pdf>
- Alirezalu, K., Hesarib, J., Nematic, Z., Muneakatad, P.E.S., Barbae, F.J., & Lorenzod, J.M. (2019). Combined effect of natural antioxidants and antimicrobial compounds during refrigerated storage of nitrite-free frankfurter-type sausage, *Food Research International*, 839-850.
- American Meat Science Association. (1995). Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental measurements of fresh meat. Erişim adresi: https://meatscience.org/docs/default-source/publications-resources/amsa-sensory-and-tenderness-evaluation-guidelines/research-guide/2015-amsa-sensory-guidelines-1-0.pdf?sfvrsn=42d380b3_6
- Anar, Ş. (2012). *Et ve Et Ürünleri Teknolojisi*. Bursa, Dora yayıncılık, s. 125-328.
- Aslan, A. (2013). *Et Muayenesi ve Et Ürünleri Teknolojisi*. Malatya, Medipres. s. 690-700.
- Apaydın, G., Ceylan, Z. G., & Kaya, M. (2003). Değişik Firmalara Ait Salamaların Bazı Mikrobiyolojik ve Kimyasal Özellikleri. *The Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. Erişim adresi: <https://app.trdizin.gov.tr/makale/TXpBMk5EUTA/degisik-firmalara-ait-salamlarin-bazi-mikrobiyolojik-ve-kimyasal-ozellikleri>
- Asefa, D.T., Gjerde, R.O., & Sidhu, M.S. (2009). Moulds contaminants on Norwegian dry-cured meat products, *International Journal of Food Microbiology*, pp.128: 435-439.
- Asefa, D.T., Kure, C.F., & Gjerde, R.O. (2011). A HACCP plan for mycotoxigenic hazards associated with dry-cured meat production processes, *Food Control* pp. 22: 831-837.
- Aycan, S. (2011). Etin Bileşimi, Erişim adresi: <http://www.seferaycan.com/et-ve-insansagligi/etin-bilesimi>
- Aydın, G. E. (2017). Sağlıklı Bireyler İçin Temel Beslenme El Kitabı, Erişim Adresi: https://www.tbv.com.tr/site/assets/files/4780/temel_beslenme.pdf
- Baird, R. M., & Lee, W. H. (1995). Media used in the detection and enumeration of *Staphylococcus aureus*, *International Journal of Food Microbiology* 26: 15-24.
- Beccalli, M. P., Picozzi, C., Mangieri, N., Vigentini, I., & Faschino, R. (2019).

- Assessment of Microbial Populations in the Manufacture of Vacuum-Packaged Ready-to-Eat Roast Beef and in a Related Production Plant, *Journal Of Food Protection*, Erişim adresi: <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-18-147>
- Baltic, M. Z., & Boskovic, M. (2015). When man met meat: Meat in human nutrition from ancient times till today, *Procedia Food Science*. pp. 5: 6-9.
- Bergdoll, M. S. (1989). Ed. Doyle, M.P. *Staphylococcus aureus*. Foodborne bacterial pathogens, New York, s: 463-523.
- Bhatia, A., & Zahoor, S. (2007). *Staphylococcus aureus* enterotoxins: *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, pp. 1: 188-197.
- Burvenich, C., Van Merris, & V., Mehrzad, J. (2003). Severity of *E. coli* Mastitis is Mainly Determined by Cow Factors, *Veterinary Research*, 34: 521-564.
- Candan, T., & Bağdatlı, A. (2018). Et ürünlerinde nitrit/nitrat azaltılmasına yönelik doğal uygulamalar. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilim Dergisi*, 24(7), 1382-1387.
- Chienthavorn, O., Subprasert, P., & Insuan, W. (2014). Nitrosamines Extraction from Frankfurter Sausages by using Superheated Water, *Separation Science and Technology*, DOI: 10.1080/01496395.2013.863338.
- China, B., & Goffaux, F. (1999). Secretion of Virulence Factors by *Escherichia coli*. *Veterinary Research*. 30: 181-202.
- Comi, G., & Iacumin, L. (2013). Ecology of moulds during the pre-ripening and ripening of San Daniele dry cured ham. *Food Research International*. 54: 1113-1119.
- Comi, G., Orlic, S., & Redzepovic, S. (2004). Moulds isolated from Istrian dried ham at the pre-ripening and ripening level. *International Journal of Food Microbiology* 96: 29-34.
- Crowe, W., Elliott, C. T., & Green, B. T. (2020). Communication Evaluating the Residual Nitrite Concentrations of Bacon in the United Kingdom. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/342929642_Evaluating_the_Residual_Nitrite_Concentrations_of_Bacon_in_the_United_Kingdom
- Cvetkovic, D., Zivkovic, V., Lukic, V., & Nikolic, S. (2019). Sodium nitrite food poisoning in one family Forensic Science, *Medicine and Pathology*, pp. 15:102-105, Erişim adresi: <https://doi.org/10.1007/s12024-018-0036-1>.
- Çakmak, Ö., İşleyen, A., & Usca, A. (2009). N-Nitrozo Bileşikleri ve Halk Sağlığına Etkileri, *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 8(6):521-526.
- De Mey, E., De Klerck, K., De Maere, H., Dewulf, L., Derdelinckx, G., Peeters, M. C., Fraeye, I., Vander Heyden, Y., & 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 Sci*, 96(2):821-828.
- Değerli, C. (2020). Processed Meat Production in 3 Dimensional (3D) Printing Technology, *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(5): 1018-1026.
- Delgado, J., Acosta, R., & Rodriguez Martin, A. (2015). Growth inhibition and stability of PgAFP from *Penicillium chrysogenum* against fungi common on dry-ripened meat products. *International Journal of Food Microbiology*, 205: 23-29.
- Doyle, M.P., & Padhye, V.V. (1989). *Escherichia coli*, Foodborne Bacterial

- Pathogens, Marcel Dekker Inc, New York, s: 235-281.
- Ducic, M., Polak, T., Lusnic-Polak, M., Demsar, L., Vranic, D., & Baltic, M. (2017). Effects of sodium nitrite and heat treatment on cholesterol oxidation products and sensorial characteristics of dry fermented sausages. *Meat Technology*. Erişim adresi: http://www.journalmeattechnology.com/index.php/meat_technology/article/view/62
- Elmacıoğlu, F. (1996). Hızlı Hazır Yemek Sisteminde (Fast-Food) Önceliklerin Belirlenmesi, *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 2 5(1): 30 -3 4.
- Elmalı, M., Ulukanlı, Z., & Yaman H. (2005). Kars'da Satışa Sunulan Emülsifiye Tipi Et Ürünlerinin Mikrobiyolojik Kalitesi, *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ercivet/issue/5813/77350>
- Erbaş, M. (2016). Günde Ne Kadar Et Tüketmeli, Erişim adresi: <http://www.trthaber.com/haber/saglik/gunde-ne-kadar-et-tuketilmeli-233416.html>
- Erkmen, O. (2010). Gıda kaynaklı tehlikeler ve güvenli gıda üretimi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 53: 220-235.
- Erol, İ. (2007), *Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi*, Birinci Baskı. Ankara, Pozitif Matbaacılık Ltd. Şti. s.50-180.
- Eserdağ, S. (2007). Kansızlık (Anemi) Nedir?, Erişim adresi: <http://lokmanhekim.net/haberler/kansizlik-anemi.asp>
- FAO. (1992). Manuel of Food Quality Control. 4.Rev.1. Microbiological Analysis. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.
- FAO. (2014a). Agriculture and consumer protection department. Animal production and health. Meat & meat products. Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO). Retrieved August 10, 2014 from. Erişim adresi: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/home.html>.
- FAO (2014b) Agriculture and consumer protection department. FAO corporate document repository. "World agriculture: Towards 2015/2030. An FAO perspective..." Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO). Retrieved August 10, 2014 from. Erişim adresi: <http://www.fao.org/docrep/005/y4252e/y4252e05b.htm>.
- FAO, (2021), Food And Nutrition Paper. Erişim adres: <http://www.fao.org/3/T0610E/T0610E.pdf>
- Feng, C. H., & Sun, D. W. (2014). Optimisation of immersion vacuum cooling operation and quality of Irish cooked sausages by using response surface methodology. *International Journal of Food Science and Technology*, Doi: 10.1111/ijfs.12494
- Filtenborg, O., Frisvad, J. C., & Thrane, U. (1996). Moulds in food spoilage, *International Journal of Food Microbiology*. 33: 85-102.
- Ferysiuk, K., & Wojciak, K. M. (2020). Reduction of Nitrite in Meat Products through the Application of Various Plant-Based Ingredients. Doi: 10.3390/antiox9080711
- Gibson, G. R., & Williams, C. M. (2000). *Functional foods, concept to product*. CRC Press. Boca Rotan Boston New York Washington. DC.
- Gillaspay, A. F., & Iandolo, J. J. (2014). *Staphylococcus*, *Encyclopedia of Food Microbiology*, 2nd ed. New York, Academic Press, 482-507.

- Govari , M., & Pexara, A. (2015). Nitrates and Nitrites in meat products. *Journal of hellenic veterinary medical society*. Erişim adresi: <http://dx.doi.org/10.12681/jhvms.15856>
- Götz, F., Bannerman, T., & Schleifer, K.H. (2006). The genera *Staphylococcus* and *Macrococcus*, Prokaryotes 4: 5-75.
- Gökalp, H. Y., Kaya, M., Tülek, Y., & Zorba, Ö. (1993). *Et ve et ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar kılavuzu*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi yayınları.
- Gökalp, H. Y., Kaya, M., & Zorba, Ö. (1999). *Et Ürünleri İşleme Mühendisliği*. Erzurum: Atatürk üniversitesi ziraat fakültesi ofset tesisi.
- Gökten, D. (1990). *Gıdaların Mikrobiyal Ekolojisi, Et Mikrobiyolojisi*. İzmir: Ege Üniversitesi.
- Güllü, M., (2019), Aydın'da Tüketime Sunulan Süzme Yoğurtların Kimyasal Ve Mikrobiyolojik Kalitesinin Belirlenmesi, [Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi]. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Gültekin, F., & Akın, S. (2019). İşlenmiş Et Ürünleri ve Gıda Katkı Maddeleri, *Journal of Halal Life Style* Cilt 1, Sayı 1.
- Güngör, E., & Gökoğlu, N. (2010). Determination of microbial contamination sources at a Frankfurter sausage processing line. *The Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 34: 53-59. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tbtkveterinary/issue/12516/150895>
- Güven, N. (2005). Bursa İlinde Tüketime Sunulan Hazır Kıymaların Kimyasal Niteliklerinin Kodekse Uygunluk Yönünden İncelenmesi. [T.C. Uludağ Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi]. Erişim adresi: <http://acikerisim.uludag.edu.tr/jspui/bitstream/11452/8114/1/192084.pdf>.
- Hamşioğlu, A. B. (2013). Fast Food Ürünleri Satın Alan Tüketicilerin Yaşam Tarzlarını Belirlemeye Yönelik Bir Uygulama, *International Journal Of Economic & Administrative Studies*.
- Hannover, D. M. (1983). Determining nitrite/nitrate content in dry sausages in the light of the new regulations. *Fleischwirtschaft* 63:207.
- Herrmann, S. S., Duedahl-Olesen, L., Christensen, T., Olesen, P. T., & Granby, K. (2015). Dietary exposure to volatile and non-volatile N-nitrosamines from processed meat products in Denmark, *Food and Chemical Toxicology*.
- Hitchins, A. D., Hartman, P. A., & Todd, E. C. D. (1992). Coliforms-*Escherichia coli* and its toxins, Compendium of the Methods for the Microbiological Examinations of Foods. S. 325-367.
- Hussein, H. S., & Brasel, J. M. (2001). Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals, *Toxicology*, 167: 101-134.
- Hsu, J., Arcot, J., & Lee, N.A. (2009). Nitrate and nitrite quantification from cured meat and vegetables and their estimated dietary intake in Australians, *Food Chemistry*, Doi: 10.1016/j.foodchem.2008.11.081
- Iacumin, L., Milesi, S., & Pirani, S. (2011). Ochratoxigenic mold and ochratoxin A in fermented sausages from different areas in northern Italy: occurrence, reduction or prevention with ozonated air. *The Journal of Food Safety* 31:538-545.
- İşeri, Ö., & Erol, İ. (2009). Hindi etinden kaynaklanan başlıca bakteriyel infeksiyon ve İntoksikasyonlar, *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 56: 47-54.

- Jafari, M., & Emam-Djomeh, Z. (2007). Reducing nitrite content in hot dogs by hurdle technology, *Food Control* 18: 1488-1493.
- Jay, J.M. (1992). *Modern Food Microbiology*. Fourth Edition. New York: An Avi Book Published by Van Nostrand Reinhold, pp. 455-478.
- Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2005). *Staphylococcal Gastroenteritis*, *Modern Food Microbiology*, 7th ed. New York, pp: 545-66.
- Jorgensen, H. J., Mathisen, T., & Lovseth, A. (2005). An outbreak of staphylococcal food poisoning caused by enterotoxin H in mashed potato made with raw milk. *FEMS Microbiology Letters*, 252: 267-272.
- Kamenik, J., Salakova, A., Hulankova, R., Duskova, M., Borilova, G., Sedo, O., & Staruch, L. (2017). Selected characteristics of dry fermented sausages prepared with quick-dry-slice (QDS process) technology and their comparison with traditional products, *Journal of Food Processing and Preservation*, Erişim adresi: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13314>.
- Karabudak, E. (2012). *Vejeteryan Beslenmesi*, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara. S. 48.
- Karaca, E. (2020). Et ve Et Ürünlerinde Kullanılan İngredientlerin Klaintı Nitrit Seviyesi Üzerine Etkisi. [T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi]. Erişim adresi: <http://tez.sdu.edu.tr/Tezler/TF04741.pdf>
- Karadal, N., & Ova, G. (2020). Sosis ve Salam Üretimindeki Ön Proses İşlemlerinde Gıda Güvenliğı Risklerinin Farklı Metotlarla Belirlenmesi, *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 84-102.
- Karatepe, P., Yalçın, H., Patır, B., & Aydın, A. (2012). Kefir ve Kefirin Mikrobiyolojisi, *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 1-10.
- Karayel, İ., & Karakaya, M. (2000). Sığır eti emülsiyonlarının bazı özelliklerine sodyum kazeinatın ve yağsız süt tozunun etkisi. *Gıda*, 25(3): 186-187.
- Kaya Cebioğlu, İ., & Önal, A. E. (2018). Gıda Katkı Maddesi İçeren Bazı Besinlerin Tüketiminin ve Sağlığa Etkilerinin Araştırılması. *Online Türk Sağlık Bilimleri Dergisi*, 21-35. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/445749>
- Kaynakçı, E., & Kılıç, B. (2009). Makale Et Ürünlerinde Yeni Eğilimler: Daha Sağlıklı Ürün Geliştirme Çalışmaları. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/akademik-gida/issue/55837/764832>
- Keskin, D., & Bozdoğan, B. (2019). Etlerin Korunmasında Kullanılan Kimyasal Yöntemler. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Doi: 10.25308/aduziraat.552371
- Khodadady, M., Shahryari, T., Dorri, H., Sharifzahad, G.R., & Ziyazade, A. (2012). Evaluation of nitrite in meat products (sausages and salami) are distributed in Birjand in 2012, ISSN: 2248 –9215, 2 (6):2120-2124.
- Kılıç, S. (2007). Hindi etlerinden izole edilen koagülaz pozitif stafilokokların enterotoksin oluşturma yeteneklerinin EIA (Enzyme Immuno Assay) yöntemiyle belirlenmesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, (Ankara Üniversitesi, Yüksek Lisans tezi). Erişim adresi: <https://dspace.ankara.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12575/32272>
- Ko, Y. M., Park, J. H., & Yoon, K. S. (2016). Nitrite formation from vegetable sources and its use as a preservative in cooked sausage, DOI10.1002/jsfa.7974.

- Kuo, J.C.C., & Chen, H. L. (2004). Combination effect of sodium lactate and birradiation on color, lactic acid bacteria, lipid oxidation and residual nitrite in Chinese sausages during storage at 25 °C. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 84, 903–908. Erişim adresi: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.1722>
- Kurt, ř. (2006). Sucuğun Bazı Özellikleri ve Biyojen Amin Oluşumu Üzerinde Fermantasyon Süresi, Nitrit Seviyesi ve Isıl İşlem Sıcaklığı Etkisi: [T.C. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Doktora Tezi]. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Kuyumcu, A., & Yurttagül, M. (2000). Ankara Piyasasında Satılan Salam, Sucuk ve Sosislerin Nem, Yağ, Tuz, Kül ve Kalıntı Nitrat, Nitrit Miktarlarının Tayini Üzerine Bir Araştırma. *Beslenme ve Diyet Dergisi*. Erişim adresi: <https://beslenmevediyetdergisi.org/index.php/bdd/article/view/830>
- Leonard, F. C., & Markey, B. K. (2008). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in animals: A review. *Veterinary Journal* 175: 27-36.
- Martins, E. A. & Germano, P. M. L. (2011). *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat, sliced, cooked ham and salami products, marketed in the city of São Paulo, Brazil: Occurrence, quantification, and serotyping. *Food Control*. 22: 297-302.
- Matches, J. R., & Abeyta, C. (1983). Indicator organisms in fish and shellfish, *Food Technology*, 37: 114.
- Önen, A. (2020). Salam Üretim Aşamalarındaki Mikrobiyal Kontaminasyon Kaynakları Belirlenmesi. [Doktora Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü]. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Özbay Doğu, S., & Sarıçoban, C. (2015). Probiyotik Et Ürünleri ve Beslenme, *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(4): 183-189.
- Özcan, T., & Baysal, S. (2016). Vejeteryan Beslenme ve Sağlık Üzerine Etkileri, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ziraatuludag/issue/27997/438753>
- Özçelik, S. (1982). Bazı Gıdalarda Nitrit ve Nitrozaminlerin Oluşumu ve Sağlığa Zararlı Etkileri, Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gida/issue/6872/92028>
- Özkaya, H., & Özkaya, B. (1990). *Tahıl ürünleri analiz yöntemleri*. Ankara: Gıda teknolojisi Derneği Yayınları, s. 14.
- Özkaya, F. D., & Kuleaşan, H. (2000). *Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları*. Genişletilmiş 2. Baskı, Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü yayını, s: 522.
- Özpolat, E. (2006). Vakumda Ambalajlı Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss walbaum*, 1792) Havyarlarının Üretimi ve Muhafazası Sırasında Duyusal ile Kimyasal Kalitesinde Meydana Gelen Değişimler: [Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi]. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Öztürk, B., Serdaroğlu, M., & Ergezer, H. (2015). Paper Et ve Et Ürünlerinde Nitrit-Nitrat; Kullanım Avantajları, Yasal Sınırlamalar ve Güncel Alternatif Yaklaşımlar. Erişim adresi: <http://www.academicfoodjournal.com>
- Öztürk, B., & Serdaroğlu, M. (2017). Et Ve Et Ürünlerinde Fosfatlar: İşlevleri Ve

- İkame Olanaklarının Güncel Çerçeve Değerlendirilmesi, *The Journal Of Food*, ISSN 1300-3070, 535-545.
- Öztan, A. (2003). *Et bilimi ve teknolojisi*, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Kitaplar Serisi Yayın no 1.
- Öztürkcan, S. A., & Acar, S. (2017). Yaygın Olarak Kullanılan Antimikrobiyal Gıda Katkı Maddeleri ile İlgili Genel Bir Değerlendirme, *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/igusabder/issue/28677/296507>
- Özönlü, O., Ergezer, H., & Gökçe, R. (2019). Sağlıklı et ürünleri geliştirme stratejileri, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/pajes/issue/50906/664837>
- Papagianni, M., Ambrosiadis, I., & Filiouis, G. (2007). Mould growth on traditional Greek sausages and penicillin production by *Penicillium* isolates, *Meat Science*, 76: 653-657.
- Pitt, J. I., & Hocking, A. D. (1999). *Fungi and Food Spoilage*. 2nd edition, Aspenpublisher, Inc, Maryland.
- Pleadin, J., Zadavec, M., & Brnic, D. (2017). Moulds and mycotoxins detected in the regional speciality fermented sausage “slavonski kulen” during a 1-year production period, *Food Additives and Contaminants*, 34: 282-290.
- Price, J. F., & Schweigert, B. S. (1987). *The Science of Meat and Products*. Food and Nutrition Press Inc. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1002/food.19880320620>
- Reinbold, G.W. (1983). Indicator organisms in dairy products, *Food Technology*, 37: 111.
- Richard, J.L. (2007). Some major mycotoxins and their mycotoxicoses – an overview. *International Journal of Food Microbiology*. 119: 3-10.
- Roccato, A., Uyttendaele, M., & Barrucci, F. (2017). Artisanal Italian salami and sopresse: Identification of control strategies to manage microbiological hazards. *Food microbiology*. 61: 5.
- Rodriguez, A., Bernaldez, V., & Rodriguez, M. (2015). Effect of selected protective cultures on ochratoxin A accumulation in drycured Iberian ham during its ripening process, *Food Science and Technology*. 60: 923-928.
- Samson, R. A., Frisvad, J. C., & Hoekstra, E. S. (2004). *Introduction to Food- and Airborne Fungi*, Centraalbureau voor Schimmecultures, Utrecht.
- Sallan, S., Kaban, G., Şişik Oğraş, Ş., Çelik, M., & Kaya, M. (2020). Nitrosamine formation in a semi-dry fermented sausage: Effects of nitrite, ascorbate and starter culture and role of cooking, *Meat Science*, Doi: 10.1016/j.meatsci.2019.107917.
- Sancak, Y.C., Ekici, K., & İşleyici, Ö. (2004). Nitrate and Nitrite Residue Levels in Some Meat Products September 2004 Conference: 1. Ulusal Veteriner Gıda Hijyeni Kongresi. Ankara.
- Schalkwyk, D. L., McMillin, K.W., Booyse, M., Witthuhn, R.C., & Hoffman, L.C. (2011). Physico-chemical, microbiological, textural and sensory attributes of matured game salami produced from springbok (*Antidorcas marsupialis*), gemsbok (*Oryx gazella*), kudu (*Tragelaphus strepsiceros*) and zebra (*Equus burchelli*) harvested in Namibia, *Meat Science*, Doi: 10.1007/978-1-4419-6488-5
- Schneewind, O., & Missiakas, D. (2009). *Staphylococcus aureus and related*

- Staphylococci*, Practical Handbook of Microbiology, 2nd ed. USA: CRC Press, 275-294.
- Sebranek, J. G., & Bacus, J. N. (2007). Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues?. *Meat Science*, Erişim adresi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174007001209>.
- Sezer, Ç., Ögün, M., & Güven, A. (2013). Salam ve Sosislerin Bazı Kimyasal Özelliklerinin incelenmesi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, Doi: 10.9775/kvfd-2013-7200
- Shemshadi, B., Hosseini, H., & Ferdosy, R. (2006). Preservative residue in beef and chicken sausages and bolognas marketed in Iran. DOI: 10.1051/IUFoST:20060055.
- Silvestri, G., Santarelli, S., & Aquilanti, L. (2007). Investigation of the microbial ecology of Ciauscolo, a traditional Italian salami, by culture- dependent techniques and PCR-DGGE. *Meat Science*. 77: 413-423.
- Siu, D.C., & Henshall, A. (1998). Ion chromatographic determination of nitrate and nitrite in meat products. *Journal of Chromatography*, DOI: 10.1016/s0021-9673(97)01245-4.
- Soll, D. R., Lockhart, S. R., & Pujol, C. (2003). *Laboratory procedures for the epidemiological analysis of microorganism*. Ed. Murray PR, Baron EJ, Jorgensen JH, Pfaller MA, Tenover FC, Tenover KC (eds). *Manual of Clinical Microbiology*, 8th ed. ASM press, Washington, pp: 139-161.
- Sonjak, S., Licen, M., & Frisvad, J.C. (2011). The mycobiota of three dry-cured meat products from Slovenia. *Food Microbiology*. 28: 373-376.
- Splittstoesser, D.E. (1983). Indicator organisms of frozen blanched vegetables, *Food Technology*. 37: 105.
- Soyutemiz, E., Oruç, H. H., Ceylan, S., & Çetinkaya, F. (2004). Farklı teknolojilerle üretilen yerli sucukların üretim aşamalarında nitrat ve nitrit miktarlarında meydana gelen değişiklikler, *Gıda*, 29(1): 73-78.).
- Sudağıdan, M., Çavuşoğlu, C., & Bacakoğlu, F. (2008). Biyomalzeme yüzeylerinden izole edilen metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* suşlarında virulans genlerinin araştırılması, *Mikrobiyoloji Bülteni*. 42: 29-39.
- Sümbül, E. G. (2009). 4-6 Yaş Arasındaki Öğrencilerin Okul Dönemindeki Yetersiz ve Dengesiz Beslenme Alışkanlıklarının Saptanması, [Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi]. Erişim adresi: http://acikerisimarsiv.selcuk.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/29/Emel_Ircal_Sumbul_Tez.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sürücüoğlu, M.S., & Çakıroğlu, F.P. (2000). Ankara Üniversitesi Öğrencilerinin Hızlı Hazır Yiyecek Tercihleri Üzerine Bir Araştırma, *Tarım Bilimleri Dergisi*. 6 (3), 116-121.
- Şireli. T., & Artık, N. (2019). Kırmızı Et Hakkında Bazı Bilgiler ve Bilimsel Gerçekler, Ankara Üniversitesi Gıda Güvenliği Enstitüsü, Erişim adresi: <https://www.gidahatti.com/kirmizi-et-hakkinda-bazi-bilgiler-ve-bilimselgercekler-40783/>.
- Tan, E. (2003). Gıda Kirlenmesinde Nitrat, Nitrit Ve Oluşturdukları Riskler, *Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi*, s: 3
- Tayar, M., & Dokuzlu, C. (2007). *Gıda Mikrobiyolojisi*, Marmara Kitapevi Yayınları, 1.Baskı, Bursa: s: 45-49.
- Tayar, M., & Hecer, C. (2015). *Gıda Mikrobiyolojisi*, Bursa: Dora Basım.

- Tayar, M., & Korkmaz Hasıl, N. (2007). *Beslenme & Sağlıklı Yaşam*, Nobel kitapevi, s: 24-41.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2020). Tarım Ürünleri Piyasaları Dana Eti Temmuz 2020. Erişim adresi: <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2020Temmuz%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/Dana%20Eti,%20Temmuz-2020,%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasa%20Raporu.pdf>
- Tekinşen, C., & Doğruer, Y. (2000). *Pastırma*, Konya: Selçuk Üniversitesi Basımevi, 1. Baskı.
- Temme, E.H.M., Vandevijvere, S., Vinkxc, C., Huybrechts, I., Goeyens, L., & Van Oyen, H. (2017). Re-evaluation of sodium nitrate (E 251) and potassium nitrate (E 252) as food additives EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS). *EFSA Journal*, Doi: 10.2903/j.efsa.2017.4787
- Tompkin, R.B. (1983). Indicator organisms in meat and poultry products, *Food Technology*, 37: 107.
- Toptancı, İ., & Ercoşkun H. (2017). Physicochemical and Microbiological Properties of Sucuk produced with Different Heat Treatment Temperatures. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/akademik-gida/issue/33245/370094>
- Tosun, D., & Demirbaş, N. (2012). Türkiye’de Kırmızı Et ve Et Ürünleri Sanayiinde Gıda Güvenliği Sorunları ve Öneriler. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ziraatuludag/issue/16759/174251>
- Turp, Y.T., & Sucu, Ç. (2016). Et Ürünlerinde Nitrat ve Nitrit Kullanımına Potansiyel Alternatif Yöntemler, *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bil. Dergi*, 231-242.
- Türk Gıda Kodeksi Baharat Tebliği. (2022, 19 Nisan). Resmi Gazete (Sayı: 31814). Erişim Adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/04/20220419-4.htm>
- Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği. (2019, 29 Ocak). Resmi Gazete (Sayı: 30670). TEBLİĞ NO: 2018/52. Erişim Adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/01/20190129-4.htm>
- Türk Gıda Kodeksi Katkı Maddeleri Yönetmeliği. (2019, 30 Haziran). Resmi Gazete (Sayı: 28693). Erişim Adresi: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/06/20130630-4.htm>
- Türk Standartları Enstitüsü. (TS 979). (2017). Erişim adresi: <https://intweb.tse.org.tr/standard/standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073097076070085108097099056088121071>
- Türk Standartları Enstitüsü. (TS 3136 ISO 2914). (2002). Erişim adresi: <https://intweb.tse.org.tr/standard/standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073082117104112104080088103119077114>
- Türk Standartları Enstitüsü. (TS EN ISO 10520). (2000). Erişim adresi: <https://intweb.tse.org.tr/standard/standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073098113055086089068111050052109053>

- Türk Standartları Enstitüsü. (TS EN 12014-2). (2001). Erişim adresi:
<https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073082081098071057116085066104083077>
- Türk Standartları Enstitüsü. (TS EN 12014-4). (2006). Erişim adresi:
<https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073082105070117118116106106098102053>
- Türk Standartları Enstitüsü. (TS 1743 ISO 1442). (2001). Erişim adresi:
<https://intweb.tse.org.tr/standard/standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073082089050073056117081112102097076>
- Türk Standartları Enstitüsü. (TS ISO 21527-1). (2012). Erişim adresi:
<https://intweb.tse.org.tr/standard/standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073090113117075112099122106087118104>
- Türk Standartları Enstitüsü. (TS ISO 4832). (2006). Erişim adresi:
<https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073085099073083098070074072097114050>
- Türk Standartları Enstitüsü. (ISO 4833-2). (2013). Erişim adresi:
<https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073099050054102104076088050111065082>
- Türk Standartları Enstitüsü. (ISO 6887-1). (2017). Erişim adresi:
<https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073101074053102110082088073066075111>
- Türk Standartları Enstitüsü. (ISO 6887-2). (2003). Erişim adresi:
<https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073101072067052075056104079066103108>
- Türk Standartları Enstitüsü. (TS EN ISO 6888-1). (2006). Erişim adresi:
<https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073089049053099080081066098097086065>
- Türk Standartları Enstitüsü. (ISO 7218). (2013). Erişim adresi:
<https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073098053090076080072115050082052054>
- Türkmen, Y. E. (2003). Esansiyel Amino Asitler. Erişim adresi:
<http://www.kimyasanal.com/konugoster.php?yazi=9gfkgye9jm>
- Uğur, A., & Ceylan, Ö. (2003). Occurrence of resistance to antibiotics, metals, inclinal strains of *Staphylococcus aureus* spp. *Archives of Medical Research* 34: 130-136.
- Uran, H. (2018). Kızılılık İlave Edilerek Üretilmiş Salamların Çeşitli Kalite Özelliklerinin İncelenmesi. Erişim adresi:
<http://hdl.handle.net/20.500.11857/1108>

- Ünlütürk, A., & Turantas, F. (1998) *Gıda Mikrobiyolojisi*. İzmir: Mengi Tan Basımevi.
- Vipotnik, Z., Rodriguez, A., & Rodrigues, P. (2017). *Aspergillus westerdijkiae* as a major ochratoxin A risk in dry-cured ham based-media, *International Journal of Food Microbiology*, 16: 244-251.
- Vural, H., & Öztan, A. (1992). Fermente Et Ürünlerinde Nitrosomyoglobin Oluşumu ve Etkileyen Faktörler, *Gıda*, Cilt 17, Sayı 3, 01.06.1992, Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gida/issue/6953/92740>
- Walker, C. E. (2008). *Escherichia coli* O157:H7 in beef cattle: prevalence in gut contents at slaughter and the effect of neomycin supplementation in feed on fecal shedding in experimentally inoculated cattle. [Kankas State University Master's Thesis].
- Wasteson, Y. (2002). Zoonotic *Escherichia coli*, *Acta Veterinaria Scandinavica*, s:43: 79-84.
- Yalçın, H., Can, Ö. P., & Türkoğlu, M. (2012). Mersin İlinde Salam, Sosis ve Sucuklardaki Kalıntı Nitrat ve Nitrit Düzeylerinin Belirlenmesi. *Gıda*, 33-37.
- Yalçın, H., & Can, Ö. P. (2013). Tüketime Hazır Bazı Et Yemeklerinin Mikrobiyolojik Kaliteleri, *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, Erişim adresi: [https://ercivet.erciyes.edu.tr/ercivet/arsiv/2013/d1/1-%20\(1-6.%20syf.\).pdf](https://ercivet.erciyes.edu.tr/ercivet/arsiv/2013/d1/1-%20(1-6.%20syf.).pdf)
- Yıldırım, Y. (1996). *Et Endüstrisi*, Dördüncü baskı, Ankara: Kozan Ofset.
- Yörük, N. G. (2012). Iso Gıda Güvenliği Sistemini Uygulayan Et Ürünleri İşletmelerinde Üretilen Sucuk, Salam, Sosis Ve Hamburger Köftenin Gıda Patojenleri Yönünden Kontrolü, [T.C. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi]. Erişim adresi: <http://acikerisimarsiv.selcuk.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1224/329285.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Yörük, N. G., & Güner, A. (2017). Control of fermented sausage, salami, sausage, and hamburger meatballs produced in meat production facilities applying the ISO Food Security System for food pathogens. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. s. 41: 337-344.
- Yürür, C. (2007). Isıl İşlem Uygulanmış Sucuklarda Nitrit Miktarının Renk Oluşumuna Etkisi. [Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi]. Erişim adresi: <https://dspace.ankara.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.12575/32904/tez.pdf?sequence=1>
- Zell, C., Resch, M., & Rosenstein, R. (2008). Characterization of toxin production of coagulase-negative staphylococci isolated from food and starter cultures, *International Journal of Food Microbiology*. 127: 246-251.
- Zhang, H., Sun, C., Han, W., Zhang, J., & Hou, J. (2017). Analysis of the monitoring status of residual nitrite in meat products in China from 2000 to 2011, *Meat Science*, Doi:10.1016/j.meatsci.2017.10.009.

7. SİMGELER VE KISALTMALAR

ADI: Acceptable Daily Intake

ATP: Adenozin Trifosfat

EFSA: Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi

FDA: Food And Drug Administration

ISO: International Organization for Standardization

JECFA: Joint Expert Committee In Food Additives And Contaminants, Gıda Katkı

Maddeleri FAO/WHO Ortak Uzmanlar Komitesi

LOQ: Limit Of Quantication

NO₂⁻: Nitrit iyonu

NO₃⁻: Nitrat iyonu

NaNO₃: Sodyum Nitrat

NaNO₂: Sodyum Nitrit

NDEA: N-Nitrosodietilamin

NDMA: N-Nitrosodimethylamine, Dimetilnitrozamin

SPSS: Statistical Package For The Social Sciences

STÖ: Su Tutma Özelliği

TGK: Türk Gıda Kodeksi

TSE: Türk Standartları Enstitüsü

WHO: World Health Organization

8. EKLER

EK 1: Duyusal analiz panlist değerlendirme formu.

7 KODLU SALAM PUANLAMA TESTİ DEĞERLENDİRME FORMU

PANELİSTİN ADI SOYADI:

TARİH:21/09/2020

SAAT:11:00

PUAN SKALASI

MÜKEMMEL	9	ORTANIN ALTI KÖTÜNÜN ÜSTÜ	4
ÇOK İYİ	8	KÖTÜ	3
İYİ	7	ÇOK KÖTÜ	2
İYİNİN ALTI ORTANIN ÜSTÜ	6	AŞIRI KÖTÜ	1
ORTA	5		

AÇIKLAMA: Aşağıda verilmiş olan kalite kriterleri açısından size verilen kodlu örnekleri ayrı ayrı 9 puan üzerinden değerlendiriniz.

KRİTERLER	PIŞIRILMEMİŞ (ÇİĞ)	PIŞIRILMIŞ
Genel görünüş (bütün olarak)		
Kesit yüzey görünüş		
Renk		
Koku		
Tat- Aroma		
Tekstür- yapı		
Ağızda bıraktığı his		
Genel kabul		

Ek 2:

Tablo 25: Salam grupları üretim aşamaları sodyum nitrit (NaNO_2) mg/kg değerleri.

GRUP	Hamur Karışım $\bar{x} \pm \text{SH}$	Hamur Karışım Minimum- Maksimum	Ön Kurutma $\bar{X} \pm \text{Sh}$	Ön Kurutma Minimum- Maksimum	Son Ürün $\bar{X} \pm \text{Sh}$	Son Ürün Minimum- Maksimum
1	48,96 $\pm$ 2,81	40,8-53,04	40,25 $\pm$ 1,72	35,22-42,84	36,72 $\pm$ 2,57	33,32-44,2
2	96,39 $\pm$ 8,6	70,72-106,76	86,06 $\pm$ 8,07	61,88-95,22	61,2 $\pm$ 7,88	42,16-75,48

Tablo 26: Salam grupları muhafaza aşamaları sodyum nitrit (NaNO_2) mg/kg değerleri.

GRUP	30.gün $\bar{x} \pm \text{SH}$	30.gün minimum- maksimum	60.gün $\bar{x} \pm \text{SH}$	60.gün minimum- maksimum	90.gün $\bar{x} \pm \text{SH}$	90.gün minimum- maksimum
1	19,72 $\pm$ 2,04	13,6-23,12	10,03 $\pm$ 1,33	6,12-12,24	3,69 $\pm$ 0,9	1,93-6,12
2	37,33 $\pm$ 4,00	28,28-46,92	16,59 $\pm$ 1,58	12,24-20,4	7,96 $\pm$ 1,62	3,4-10,88

9. TEŞEKKÜR

Doktora çalışmam boyunca yol gösteren ve her alanda destek olan ve sonsuz sabır gösteren danışman hocam Prof. Dr. Gül Ece SOYUTEMİZ'e, tez çalışmamın büyük bölümünün maddi desteği olan Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Birimine (DDP 2019/12), istatistik analizlerimde yardım eden Dr. Öğr. Üyesi Ender UZABACI, çalışmalarına yardım eden doktora arkadaşlarım Oğuz YILDIZ ve Zeyneb AKGÜN'e, her alanda tam destek veren annem Emel SARI, babam Mustafa SARI, eşim Muhammed DOĞAN'a ve tüm çalışma yoğunluğuma rağmen fedakarlık yapan oğlum Mert'e sonsuz şükranlarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

10. ÖZGEÇMİŞ

İlköğretimini Emine Hasan Özataş İlköğretim Okulu'nda, lise öğrenimini ise Bursa Osmangazi Mılcılar Lisesi'nde tamamlamıştır. Lisans Eğitimini 2009 – 2014 yılları arasında Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nde tamamlamıştır. 2014-2017 yılları arası özel sektörde çeşitli firmalarda Sorumlu Yönetici Veteriner Hekim olarak çalıştıktan sonra, 2017 yılında Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine başlamıştır. 2017 yılında Yök 100/2000 bursu kazanıp 2021 yılına kadar bursiyer olarak Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine devam etmiştir. 2021 yılında özel sektörde bir firmada Sorumlu Yönetici Veteriner Hekim olarak çalışmaya devam etmektedir.