

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**SUCUK ÜRETİMİNDE BİTKİSEL KAYNAKLI NİTRAT
KULLANIMI**

Seyfullah IŞIKSAL

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2021**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

SUCUK ÜRETİMİNDE BİTKİSEL KAYNAKLI NİTRAT KULLANIMI

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ayla SOYER

Bu çalışmada, fermente ve ısıtılmış sucuklarda, üretim ve depolama aşamalarında kereviz ve siyah havuç suyu konsantrelerinin, sucuklarda kullanılan kimyasal nitrite doğal alternatif olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla farklı nitrat/nitrit kaynaklarının, farklı konsantrasyonlarda etkileri (nitrit içermeyen kontrol grubu, 75 ve 150 ppm kimyasal nitrit içeren gruplar (KN1 ve KN2), kereviz suyu konsantresi içeren gruplar (KSK1 ve KSK2) ve siyah havuç suyu konsantresi içeren gruplar (HSK1 ve HSK2)) üretim ve depolama aşamalarında belirlenmiştir.

Fermente ve ısıtılmış sucuklarda son üründe kimyasal nitrit içeren sucuklarla, bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuklar arasında pH değerinde fark belirlenmemiştir. Depolama sonunda ise farklı kaynaktan nitrat/nitrit kullanımı pH değerini etkilemiştir ($p < 0.01$). Farklı nitrat/nitrit kaynakları fermente sucuklarda üretim aşamasında L^* değerini etkilerken ($p < 0.01$), ısıtılmış sucuklarda ise a^* ve b^* değerlerini etkilemiştir ($p < 0.01$). Fermente sucuk örneklerinde üretim sonunda benzer düzeyde kür ve toplam pigment miktarı belirlenmiştir. Isıtılmış sucuklarda ise daha düşük ($p < 0.01$) düzeyde kür pigmenti oluşumu gözlenmiştir. Fermente ve ısıtılmış sucuklarda kalıntı nitrat miktarı bitkisel nitrat/nitrit içeren sucuklarda hem üretim hem de depolama aşamalarında daha yüksek ($p < 0.01$) düzeyde belirlenmiştir. Fermente ve ısıtılmış sucuklarda farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanımı hem üretim hem de depolama aşamalarında kalıntı nitrit miktarını etkilemiştir ($p < 0.01$). Sucuklarda biyogen amin miktarı tüm örneklerde üretim ve depolama sırasında artmıştır. Aroma analizinde elde edilen sonuçlara göre, sucuklarda aroma oluşumunun kullanılan nitrat/nitrit kaynağından çok, kullanılan baharatlardan kaynaklandığı belirlenmiştir. Fermente ve ısıtılmış sucuklarda bitkisel nitrat/nitrit kaynağı kullanımı TMAB, LAB ve MSB sayılarını olumsuz etkilemezken, *Enterobacteriaceae* sayısını düşürmede yetersiz kalmıştır. Fermente ve ısıtılmış sucuklarda duyu değerlendirmesi sonuçlarına göre, bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuklar, nitrit içeren sucuklarla benzer değerlendirme puanları almışlar ve kabul edilebilirlik seviyelerini depolama süresi sonuna kadar korumuşlardır.

Elde edilen sonuçlar fermente ve ısıtılmış sucuklarda kereviz ve siyah havuç suyu konsantrelerinin birçok özellik bakımından kimyasal nitrit yerine kullanılabilirliğini göstermektedir.

Ağustos 2021, 225 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Sucuk, Fermantasyon, Isıtılmış, Kalıntı nitrat, Kalıntı nitrit, Bitkisel nitrat, Biyogen aminler, Renk, Aroma

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

USAGE OF PLANT ORIGIN NITRATE SOURCES IN MANUFACTURE OF TURKISH SAUSAGES (SUCUK)

Seyfullah IŞIKSAL

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

Supervisor: Prof. Dr. Ayla SOYER

In this study, the possibilities of using celery and black carrot juice concentrates as a natural alternative to the chemical nitrite used in sausages during the production and storage stages of fermented and heat-treated sausages were investigated. For this purpose, the effects of different nitrate/nitrite sources at different concentrations (nitrite-free control group, groups containing 75 and 150 ppm chemical nitrite (KN1 and KN2)), groups containing celery juice concentrate (KSK1 and KSK2) and groups containing black carrot juice concentrate (HSK1 and HSK2)) were determined during the production and storage stages.

There was no difference in pH value between sausages containing chemical nitrite in the final product and sausages containing herbal nitrate/nitrite source in fermented and heat-treated sausages. At the end of the storage, the use of nitrate/nitrite from different sources affected the pH value ($p<0.01$). While different nitrate/nitrite sources affected the L^* value in fermented sausages during the production stage ($p<0.01$), they affected a^* and b^* values in heat-treated sausages ($p<0.01$). A similar level of cure and total pigment amount were determined at the end of production in fermented sausage samples. A lower ($p<0.01$) level of cure pigment formation was observed in heat-treated sausages. The amount of residual nitrate in fermented and heat-treated sausages was higher ($p<0.01$) in sausages containing vegetable nitrate/nitrite during both production and storage stages. The use of different nitrate/nitrite sources in fermented and heat-treated sausages affected the residual nitrite amount in both production and storage stages ($p<0.01$). The amount of biogenic amines in sausages increased in all samples during production and storage. According to the results obtained in the aroma analysis, it was determined that the aroma formation in sausages was caused by the spices used rather than the nitrate/nitrite source used. While the use of herbal nitrate/nitrite source in fermented and heat-treated sausages did not adversely affect the TMAB, LAB and MSB numbers, it was insufficient to reduce the Enterobacteriaceae count. According to the sensory evaluation results of fermented and heat-treated sausages, sausages containing herbal nitrate/nitrite source got similar evaluation scores with nitrite-containing sausages and maintained their acceptability levels until the end of the storage period.

The results show that celery and black carrot juice concentrates can be used successfully as an alternative to chemical nitrite in fermented and heat-treated sausages in terms of the properties studied.

August 2021, 225 Pages

Key Words: Sucuk, Fermentation, Heat Processing, Residual Nitrite, Residual Nitrate, Vegetable nitrate, Biogenic Amines, Colour, Aroma

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca tüm bilgi ve deneyimi ile yanımda olan, desteğini ve tecrübelerini benden esirgemeyen, çok değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Ayla SOYER'e (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı), tez çalışmam sürecinde tez izleme komitesinde yer alan, bilgi ve tecrübeleri ve önerileri ile çalışmamı şekillendiren emekli öğretim Üyesi Prof. Dr. Hamdi ERTAŞ'a (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı), Prof. Dr. Nuray Kolsarıcı'ya (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) ve Prof. Dr. Halil VURAL'a (Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı), analizlerimde laboratuvar olanaklarından yararlandığım Sayın Prof. Dr. Mehmet ÖZKAN'a (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı), HPLC yöntemlerinin geliştirilmesi ve yapılmasındaki katkıları Doç. Dr. Meltem TÜRKYILMAZ'a (Ankara Üniversitesi Gıda Güvenliği Enstitüsü), renk cihazı için Sayın Prof. Dr. Nevzat ARTIK'a (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı), aroma analizleri konusunda desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Ali BAYRAK (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) ve Prof. Dr. Mustafa KIRALAN'a (Balıkesir Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı), istatistik analizlerinde yardımcı olan ve laboratuvar tecrübesinden yararlandığım Dr. Berna ÖZALP ÖZEN'e (Ankara İl Kontrol Laboratuvarı), tecrübelerinden yararlandığım Dr. Öğretim Üyesi İlker AKOĞLU'na (Bolu İzzet Baysal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı), Doç. Dr. Eda DEMİROK SONCU'ya (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı), tez çalışmamdaki yardımlarından dolayı Gıda. Yük. Müh. Hazret ÖZDEMİR'e (Et ve Süt Kurumu Genel Müdürlüğü), deneme materyallerinin tedarikinde ve hazırlanmasında desteklerini esirgemeyen Burhan BAL'a teşekkür ederim. Hayatımın her anında olduğu gibi, bu zorlu çalışmada da benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen değerli eşim Sevda Işıksal'a, kızım Rabia Işıksal'a ve oğlum Ahmet Işıksal'a teşekkür ederim.

Bu çalışma, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 10Y4343001 no.'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

Seyfullah IŞIKSAL

Ankara, Ağustos 2021

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI SAYFASI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	29
3.1 Materyal	29
3.2 Yöntem	29
3.2.1 Bitkisel nitrat kaynaklarının elde edilmesi	29
3.2.2 Sucuk üretimi	30
3.2.3 Nem, protein, yağ ve kül içerikleri	32
3.2.4 pH değeri ve titrasyon asitliği	32
3.2.5 CIE L^* , a^* ve b^* renk değerleri	33
3.2.6 Kürlenmiş ve toplam pigment miktarı.....	33
3.2.7 Kalıntı nitrat ve nitrit	34
3.2.8 Biyojen amin	35
3.2.9 Tiyobarbiturik asit (TBA) değeri	38
3.2.10 Uçucu aroma bileşikleri.....	39
3.2.11 Mikrobiyolojik analiz	40
3.2.12 Duyusal analiz	40
3.2.13 İstatistik analiz	41
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	43
4.1 Bitkisel Nitrat/Nitrit Kaynağı İlave Edilen Fermente Sucuklarda Meydana Gelen Değişimler	43
4.1.1 Nem, protein, yağ ve kül miktarı	43
4.1.2 pH ve titrasyon asitliği değerleri.....	45
4.1.3 CIE L^* , a^* ve b^* renk sonuçları.....	49
4.1.4. Kür pigmenti ve toplam pigment miktarı.....	57
4.1.5 TBA Değeri	61
4.1.6 Kalıntı nitrat miktarı	64
4.1.7 Kalıntı nitrit miktarı	67
4.1.8 Biyojen aminler	70
4.1.9 Aroma analizi sonuçları.....	86
4.1.10 Mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	100
4.1.11 Duyusal analiz sonuçları.....	107
4.2 Bitkisel Nitrat/Nitrit Kaynağı İlave Edilen Isıl İşlem Görmüş Sucuklarda Meydana Gelen Değişimler	116
4.2.1 Nem, yağ, protein ve kül miktarları	116
4.2.2 pH değeri ve titrasyon asitliği	118
4.2.3 CIE L^* , a^* ve b^* renk değerleri	121

4.2.4 Kür pigmenti ve toplam pigment miktarı.....	126
4.2.5 Tiyobarbiturik asit (TBA) değeri	130
4.2.6 Kalıntı nitrat miktarı	133
4.2.7 Kalıntı nitrit miktarı.....	135
4.2.8 Biyojen amin miktarı.....	138
4.2.9 Uçucu Aroma Bileşikleri.....	144
4.2.10 Mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	155
4.2.11 Duyusal değerlendirme sonuçları.....	162
5. SONUÇ.....	167
KAYNAKLAR	173
EKLER.....	197
EK 1 Çiğ ve Pişmiş Sucuk Duyusal Değerlendirme Formları	198
EK 2 Nitrat ve Nitrit Standart Eğrileri.....	199
EK 3 Nitrat ve Nitrit HPLC Standart Kromatogramları	199
EK 4 TBA Standart Eğrisi	200
EK 5 Biyojen Amin Standart Kurve ve Kromatogramları.....	200
EK 6 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen fermente sucuklarda belirlenen uçucu aroma bileşikleri (%).....	202
EK 7 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş sucuklarda belirlenen uçucu aroma bileşikleri (%).....	212
EK 8 Farklı nitrit/nitrat kaynağı kullanılarak üretilen fermente sucuklarda uygulamanın ve sürenin etkisini gösteren varyans analizi sonuçlarına ilişkin p değerleri.....	219
EK 9 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş sucuklarda uygulamanın ve sürenin etkisini gösteren varyans analizi sonuçlarına ilişkin p değerleri.....	221
ÖZGEÇMİŞ.....	224

KISALTMALAR DİZİNİ

NO	Nitrik Oksit
NPYR	<i>N</i> -nitrosopyrrolidine
NPIP	<i>N</i> -nitrosopiperidine
BPN	γ -butenyl(3-propenyl) nitrosamine
NDMA	<i>N</i> -nitrosodimethylamine
TBA	Tiyobarbiturik asit
E249	Potasyum Nitrit
E250	Sodyum Nitrit
KSK	Kereviz suyu konsantresi
HSK	Havuç suyu konsantresi
K	Herhangi bir nitrat/nitrit kaynağı içermeyen deneme grubu
KN1	75 ppm sodyum nitrit içeren deneme grubu
KN2	150 ppm sodyum nitrit içeren deneme grubu
KSK1	75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren deneme grubu
KSK2	150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren deneme grubu
HSK1	75 ppm nitrite eşdeğer siyah havuç suyu konsantresi içeren deneme grubu
HSK2	150 ppm nitrite eşdeğer siyah havuç suyu konsantresi içeren deneme grubu
HPLC	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
PDA	Photo dioderay dedecto
CARB-PDMS	karboksen/polidimetilsiloksan
GC-MS	Gaz kromatografi kütle spektroskopisi
KI	Kovats İndeksi
TMAB	Toplam mezofil aerobik bakteri
PCA	Plate Count Agar
LAB	Laktik asit bakteri
MSB	Mikrokok-Stafilokok bakteri
BPA	Baird Parker Agar
VRBGA	Violet Red Bile Glukoz Agar
MA	Malonaldehit
RT	Alıkonma Süresi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Nitratın nitrite indirgenme reaksiyonu.....	7
Şekil 2.2 Kürlenmiş etlerde renk oluşum mekanizmaları	12
Şekil 4.1 Sucuklarda aroma oluşumuna katkıda bulunun bileşikler ve kaynakları.....	87
Şekil 4.2 Sucukta aroma oluşumuna katkı sağlayan bileşik grupları.....	89



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Fermente ve ısıt işlem görmüş sucuk üretiminde kullanılan formülasyon (%).....	31
Çizelge 3.2 HPLC ile biyojen amin dağılımını belirlemek için uygulanan elüsyon profili	38
Çizelge 4.1 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda üretim ve depolama sırasında nem, yağ, protein ve kül miktarında meydana gelen değişimler (%).....	44
Çizelge 4.2 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda üretim ve depolama aşamalarında pH ve titrasyon asitliği (% laktik asit) değerinde meydana gelen değişim	46
Çizelge 4.3 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda üretim ve depolama sırasında belirlenen L^* , a^* ve b^* renk ölçüm değerleri.....	50
Çizelge 4.4 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda üretim ve depolama sırasında belirlenen kür ve toplam pigment miktarı (ppm)	58
Çizelge 4.5 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda üretim ve depolama sırasında belirlenen TBA değeri (mg MA/kg).....	62
Çizelge 4.6 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda üretim ve depolama sırasında belirlenen kalıntı nitrat miktarları (mg/kg)	65
Çizelge 4.7 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren sucuklarda üretim sırasında belirlenen kalıntı nitrit miktarları (mg/kg).....	68
Çizelge 4.8 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda üretim ve depolama aşamalarında belirlenen biyojen amin miktarları (mg/kg)	71
Çizelge 4.9 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda uçucu aroma bileşiklerinin kaynakları ve bunlarda üretim ve depolama sırasında meydana gelen değişim (%)	88
Çizelge 4.10 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda uçucu aroma bileşik grupları ve bu gruplarda olgunlaştırma ve depolama sırasında meydana gelen değişim (%).....	91
Çizelge 4.10 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda uçucu aroma bileşik grupları ve bu gruplarda olgunlaştırma ve depolama sırasında meydana gelen değişim (%).....	92
Çizelge 4.11 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda üretim sırasında mikrobiyal sayıda meydana gelen ortalama değişim (log kob/g).....	101

Çizelge 4.12 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda depolama sırasında mikrobiyal sayıda meydana gelen ortalama değişim (log kob/g).....	103
Çizelge 4.13 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente çiğ sucuklara ait duyuşal değeriendirme sonuçları	107
Çizelge 4.14 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente pişmiş sucuklara ait duyuşal değeriendirme sonuçları	111
Çizelge 4.15 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıı işlem görmüş sucukların üretim ve depolama sırasında; nem, yağ, protein ve kül miktarlarında meydana gelen ortalama değerişimler (%)	117
Çizelge 4.16 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıı işlem görmüş sucuklarda üretim sırasında belirlenen ortalama pH ve titrasyon asitliğı (% laktik asit) değerieleri	119
Çizelge 4.17 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıı işlem görmüş sucuklarda üretim ve depolama sırasında belirlenen ortalama L^* , a^* ve b^* değerieleri.....	122
Çizelge 4.18 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıı işlem görmüş sucuklarda üretim ve depolama sırasında belirlenen ortalama kür pigmenti ve toplam pigment miktarları (ppm).....	127
Çizelge 4.19 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıı işlem görmüş sucuklarda üretim sırasında belirlenen ortalama TBA değerieleri (mg MA/kg).....	131
Çizelge 4.20 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıı işlem görmüş sucuklarda üretim ve depolama sırasında belirlenen ortalama kalıntı nitrat miktarları (mg/kg).....	134
Çizelge 4.21 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıı işlem görmüş sucuklarda üretim ve depolama sırasında belirlenen ortalama kalıntı nitrit miktarları (mg/kg)	136
Çizelge 4.22 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıı işlem görmüş sucuklarda üretim ve depolama sırasında belirlenen ortalama biyojen amin miktarları (mg/kg)	139
Çizelge 4.23 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıı işlem görmüş sucuklarda uçucu aroma bileşikleriinin kaynakları ve bunlarda fermentasyon, ısıı işlem ve depolama sırasında meydana gelen değerişimler (%)	145
Çizelge 4.24 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıı işlem görmüş sucuklarda uçucu aroma bileşik grupları ve bu gruplarda sucuk hamurunda, fermentasyon, ısıı işlem ve depolama sırasında meydana gelen değerişimler (%)	147
Çizelge 4.25 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıı işlem görmüş sucuklarda üretim sırasında belirlenen ortalama mikrobiyal sayı (log kob/g).....	156

Çizelge 4.26 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıt işlemler görmüş sucuklarda depolama sırasında belirlenen ortalama mikrobiyal sayı (log kob/g).....	159
Çizelge 4.27 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıt işlemler görmüş çiğ sucuklara ait ortalama duyusal değerlendirme sonuçları	163
Çizelge 4.28 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıt işlemler görmüş pişmiş sucuklara ait ortalama duyusal değerlendirme sonuçları	165



1. GİRİŞ

İnsan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan et; yenilebilir hayvanların kas dokularından elde edilir. Gıda olarak et iyi bir protein kaynağı olup esansiyel amino asitleri tam olarak içermektedir. Suda çözünen B grubu vitaminleri önemli miktarda içermesine ek olarak A, D, E, K vitaminleri de et yağında yüksek oranda bulunur. Et mineral madde bakımından da zengindir. Yüksek oranda kalsiyum içerir. Ayrıca demirin önemli bir kaynağıdır. Sodyum, potasyum, fosfor gibi pek çok mineral maddeyi de yapısında bulundurur.

Beslenme açısından önemli birçok bileşeni yapısında bulunduran et aynı zamanda insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen birtakım unsurları da içermektedir. Örneğin et yağında bulunan doymuş yağ asitleri ve kolesterol, kalp-damar rahatsızlıklarına neden olabilir. Fazla miktarda yağ içeren etlerin tüketimi sonucunda aşırı kilo alımıyla birlikte şişmanlık ortaya çıkabilir. Ayrıca, etlerin yüksek sıcaklıklarda pişirilmesi sonucunda polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) ile heterosiklik aromatik aminler (HAA) ve nitrat/nitrit kullanılarak hazırlanan et ürünlerinde *N*-nitrozo bileşikleri oluşabilmektedir (Honikel 2008, Alahakoon vd. 2015, Huang vd. 2020).

Sucuk, ülkemizde en fazla tüketilen et ürünlerinden birisidir. Sucuk, et ve yağın kıyma makinesinde çekildikten sonra tuz, şeker, sarımsak, kırmızı biber, karabiber, kimyon, yenibahar gibi baharatlar ve çeşitli katkı maddeleriyle karıştırıldıktan sonra doğal ya da yapay kılıflara doldurulup, belirli bir sıcaklık derecesi, bağıl nem ve hava akımında belirli bir sürede olgunlaştırılması ile elde edilen fermente bir et ürünüdür (Kaban ve Kaya 2009). Ülkemizde üretilen sucuklar, fermente sucuklar ve ısıl işlem görmüş sucuklar olmak üzere iki farklı şekilde piyasada bulunmaktadır. Fermente et ürünlerinin son ürün karakteristik özelliği, belirli sıcaklık ve bağıl nemde olgunlaşma esnasında et formülasyonunda oluşan kompleks mikrobiyel, fiziksel, duyuşal ve biyokimyasal değişiklikler neticesinde meydana gelmektedir. Bu değişiklikler pH düşüşü, fermentasyon, üründe mikroflora değişmesi, sarkoplazmik proteinler ve miyofibrillerin jelleşmesi ve çözünürlüğünün artması, nitratın nitrite yıkımı ile nitrozomiyogloblin

oluşması, lipolitik, proteolitik ve oksidatif değişimler ile dehidre olması neticesinde asidifikasyon şeklinde tanımlanabilir (Ordenez vd. 1999, Casaburi vd. 2007, Dalmış ve Soyer 2008).

Isıl işlem görmüş sucuk, kısa süreli fermentasyon uygulaması, ısıtma işlem ve kurutma proseslerinin uygulandığı yarı-kuru bir sosis tipidir. Isıl işlem görmüş sucuklarda aroma oluşumu sınırlı düzeyde olsa da patojen mikroorganizmaların inhibisyonu, ürünün raf ömrünün artırılması, üretim maliyetini ve süresini kısaltması gibi avantajları sağlamaktadır (Armutcu vd. 2020). Bu tip ürünlere 55-70°C arasında ısıtma işlem uygulanabilse de, genellikle 60-68°C arasındaki sıcaklıklar tercih edilmektedir (Ercoşkun vd. 2010, Çakır vd. 2013, Kaya ve Kaban 2016),

Sucuk; ülkemize özgü, kendine has tadı, aroması, tekstürü ve raf ömrü olan geleneksel bir et ürünüdür. Geleneksel olarak üretilen sucukların bozulmaya karşı dayanıksız olması nedeniyle raf ömrünün kısa olması, mikrobiyel güvenliğin garanti altına alınamaması nedeniyle çeşitli sağlık risklerini taşımaktadır. Bu nedenle ticari olarak üretilen et ürünlerinde bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak amacıyla sodyum nitrit kullanımı kaçınılmaz hale gelmektedir.

Tüketicilerin et ve et ürünlerini satın alırken göz önünde bulundurdıkları kriterler arasında renk, aroma, tekstür, doğallık gibi kriterler önemli rol oynamaktadır. Bu özellikler arasında belki de alınan et ürününün mümkün olduğunca doğal olması, diğer bir ifadeyle kimyasal katkı maddeleri içermemesi en önemli kriter kabul edilebilmektedir. Genel olarak tüketiciler kimyasal veya yapay katkı maddeleri içeren gıda maddelerine karşı olumsuz bir duruş sergilemektedir.

Kürleme işlemi, et ürünlerine tuzla birlikte, nitrit ve/veya nitrat ilave ederek korunması anlamına gelmektedir (Pegg ve Shahidi 2000, Sebranek vd. 2012). Etin kürleme işlemi, işlenmiş et ürünlerinin renk, tekstür, flavor, güvenilirlik ve raf ömrü gibi karakteristiklerini etkileyerek onlara diğer işlenmiş ürünlerden farklı özellikler kazandırmak amacıyla geleneksel olarak uygulanan bir işlemdir (Sebranek ve Fox 1985). Ancak, et kürleme işleminin geliştirilmesiyle, kürleme tuz, şeker, baharat ve nitrat/nitrit

ilavesi ile etin flavor ve muhafaza özelliklerinin geliştirilmesi olarak tanımlanmaya başlamıştır (Pegg ve Shahidi 2000).

Et ürünlerinde kürlenme amacıyla kullanılan sodyum nitrat/nitrit, arzu edilen ürün rengini sağlaması, *Clostridium botulinum*'un gelişimini inhibe ederek ürün güvenliğini sağlaması, aroma oluşumuna katkı sağlaması ve antioksidan etki göstermesi ile ürün kalitesine olumlu etkiler sağlamaktadır (Skibsted 2011). Bu nedenle sodyum nitrat/nitrit et ürünlerinde hem katkı maddesi hem de koruyucu olarak uzun zamandır yaygın olarak kullanılmaktadır (Choi vd. 2017). Buna karşın bu bileşenlerin fazla miktarlarda kullanılması toksik ve muhtemel karsinojen olan *N*-nitrozaminlerin oluşumuna neden olabilmektedir (Drabik-M Arkiewics vd. 2011).

Et ürünlerinde nitrat/nitrit kaynaklı ortaya çıkan olumsuz bakış açısını ortadan kaldırarak, kullanılan nitrit/nitrat miktarını mümkün olduğu kadar azaltmak amacıyla çeşitli arayışlara girilmiş ve özellikle de bitkisel kaynaklı doğal katkı maddeleri ve koruyuculara yönelik çalışmalar önem kazanmıştır (Riazi vd. 2016). Bu nedenle nitrat/nitrite alternatif olarak kullanılacak katkının et ürünün tipik rengini sağlaması, mikrobiyal güvenilirliği garanti altına alması ve ürünün diğer tipik özelliklerini (tat, koku gibi) muhafazası büyük önem taşımaktadır.

Kereviz ve yapraklı sebzeler bünyelerinde önemli düzeylerde nitrat bulundurmaktadır (Keeton vd. 2012). Ancak genellikle et ürünlerinde koruyucu katkı maddesi olarak nitrit kullanılmaktadır (Cammack vd. 1999). Bu nedenle doğrudan kimyasal nitrit ilave etmeksizin et ürünü üretmek isteniyorsa, doğal nitrat kaynağı ile nitrata nitrite indirgeyecek mikroorganizmaların da ortama ilave edilmesi zorunluluk taşımaktadır. Her iki bileşenin de sisteme eklenerek nitrata nitrite dönüştürülmesi, üzerinde en fazla durulan alternatif üretim yöntemi olarak kabul edilmektedir (Sebranek ve Bacus 2007). Nitrit alternatifi olarak farklı bitki ve sebze ekstraktları; et ve et ürünlerinde koruyucu ve ürünün kalitesini geliştirici olarak kullanılmıştır (Sebranek vd. 2012, Riel vd. 2017). Bazı çalışmalarda ise nitrit miktarı azaltılmış ve nitrit ilave edilmeyen et ürünlerinde alternatif doğal bileşen veya koruyucu kullanılarak nitritin etkileri (renk, antioksidan aktivite, antimikrobiyal etki gibi) oluşturulmaya çalışılmıştır (Riazi vd. 2016, Shin vd. 2017).

Buna karşın doğal kürleme ajanlarının ürünün fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri üzerine etkilerini önceden tahmin etmek oldukça güçtür (Jin vd. 2018).



2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ

Kürleme, etin tuz eklenerek korunduğu oldukça eski bir işlemdir. Romans vd. (2001), etin tuz kullanılarak kürlenmesi işleminin milattan önce 4000 yıllarına kadar Fırat-Dicle bölgesinde yaşayan Sümerlere kadar uzandığını belirlemiştir. Erken dönemlerde yapılan etin kürleme işleminde potasyum veya sodyum nitrat ile kontamine olmuş tuz kullanımı sonucunda kürlenmiş etin kırmızı renginin korunmasına katkıda bulunduğu yaygın olarak kabul görmektedir. Bu dönemde oldukça kolay şekilde temin edilen deniz tuzunun 1.78 ppm'e kadar nitrat içerdiği düşünülmektedir (Cantoni vd. 1978).

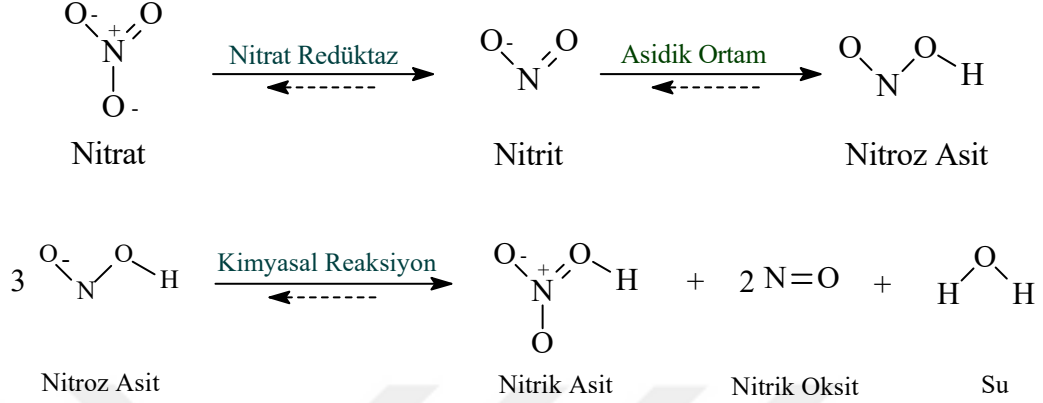
Literatüre göre nitritin et kürleme işleminde kritik role sahip olduğunun ne zaman anlaşıldığı tam olarak bilinmemektedir. 1800'lü yılların sonunda yapılan çalışmalarda, kürlenmiş ete ve salamuraya nitrat ilave edildiğinde ortamda bulunan nitrat indirgeyici bakterilerin nitratı nitrite indirgediği belirlenmiştir. Ek olarak kürlenmiş et ürünlerinin tipik renginin nitrattan değil, nitritten oluşabileceği sonucunda varılmıştır. Bu nedenle kürleme işleminin gerçekleşebilmesi için nitritin doğrudan veya nitrattan dönüşüm yoluyla ortama ilave edilmesi kürleme reaksiyonlarının gerçekleşebilmesi için gereklidir. 20. yüzyılın ilk yarısında nitrattan nitrite doğru kademeli bir geçiş olduğu belirlenmiş, nitritin etlerin kürlenmesinde öncelikli kürleme ajanı olduğu tespit edilmiştir. Nitritin, kürleme süresini kısaltması gibi avantajları dikkate alındığında artan üretim kapasitesi ile kürleme işleminde kullanımı daha önemli hale gelmiştir. 1970'lerin başlarına kadar kürlenmiş et ürünlerinde nitrat sınırlı miktarlarda kullanılmıştır (Binkerd ve Koları 1975). 1960'ların sonları ve 1970'lerin başlarında, nitritin kürlenmiş et ürünlerinde karsinogenik *N*-nitrozamin oluşumuna neden olduğunun ortaya konulması, kürlenmiş et ürünleri endüstrisi için bir dönüm noktası olmuştur. Daha sonra yapılan araştırmalar, nitrozamin oluşumunda kalıntı nitrit konsantrasyonunun önemli bir faktör olduğunu ortaya koymuştur. Bu nedenle, kalıntı nitrit konsantrasyonunu kontrol etmek için birçok kürleme prosesinden nitrat çıkartılmıştır (Pegg ve Shahidi 2000). Günümüzde ise, nitritin uzun süreli olarak etkisini gösterdiği uzun depolama süreleri olan kuru kürlenmiş ham ve kuru sosis gibi ürünlerde nitrat kullanılmaktadır. Et ürünlerinde kürleme işlemi için kullanılabilecek nitritin sağladığı etkilere benzer etki gösterebilecek bir bileşik henüz bulunamamıştır (Sebranek ve Bacus 2007).

Nitrat, ette bulunan mikroorganizmalar tarafından nitrite indirgenmektedir (Hustad vd. 1973). Nitrat içeren gıda maddeleri tüketildiğinde, ağız boşluğunda tüketilen nitratın yaklaşık %16'sı nitrite dönüşmektedir (Van Maanen vd. 1996). Oluşan nitrat ve nitritin geri kalan kısmı ince bağırsağa ulaşmakta, ya ortamda bulunan diğer bileşiklerle reaksiyona girmekte veya doğrudan kana geçmektedir. Diyetel nitratın kana geçişi oldukça hızlıdır. Diyetel nitrat, nitrik oksit (NO) iz yolu ile oluşan endojen nitratla karışmaktadır (Gladwin vd. 2005). Alınan nitratın büyük kısmı ağız boşluğunda tükürüğe geçmekte ve burada bulunan simbiyotik bakteriler tarafından nitrite indirgenmektedir. Tükürükte bulunan nitrit, mide asidinin etkisiyle nitrik okside ve diğer biyolojik aktif nitrojen oksitlere indirgenmektedir. Geri kalan nitrit ise hızla absorbe edilerek dokularda birikerek ya nitrik okside indirgenerek hücresel fonksiyonların düzenlenmesinde görev almakta veya protein ve lipitlerle doğrudan reaksiyona girmektedir. Nitrit ve nitrik oksit sonunda tekrar nitrate okside olarak tekrar salgısal döngüye katılmakta veya idrar yoluyla atılmaktadır.

Gıda maddelerinde nitratın nitrite dönüşümü de mümkündür. Belirli bakteri türleri geniş bir sıcaklık aralığında nitratı nitrite indirgeme yeteneğine sahiptir. Buna karşın nitratın nitrite dönüşüm süresi oldukça değişkenlik göstermektedir (Casaburi vd. 2005). Et karışımları tipik olarak bu tip bakterilerle kontamine olmuştur ve tuz ile kütleme ajanı ilave edildikten sonra gerekli süre verilerek bu bakterilerin gelişimi teşvik edilebilmektedir (Leroy vd. 2006). Ete ilave edilen tuz çoğu bozulmaya neden olan bakterinin gelişimini inhibe ederken, tuza dayanaklı Koklar ve koagülaz negatif *Staphylococcus* türlerinin gelişimini ve nitratın nitrite indirgenmesini teşvik etmektedir (Leroy vd. 2006).

1920'li yılların başlarında kürlenmiş et ürünlerinde oldukça düşük miktarlarda nitrat kullanılmaktaydı (Binkerd ve Koları 1975). Bugün nitrat, kuru kürlenmiş ham ve kuru sosis gibi özel ürünlerde kullanılmaktadır (Pegg ve Shahidi 2000). Bu tip ürünlerde üretim süresinin uzun ve kütleme işleminin oldukça yavaş olmasının bir sonucu olarak bu süreçte uzun süre nitrit kaynağı olması açısından nitrat kullanımı önem taşımaktadır (Pegg ve Shahidi 2000). Şekil 2.1'de nitratın nitrite indirgenme reaksiyonları gösterilmektedir (Bacus 2006). Nitrat, nitrat redüktaz enzimine sahip bakteriler tarafından

nitrite indirgenmektedir. Asidik ortamda ise nitrit nitroz aside indirgenmekte ve bunu takiben de nitrik asit, nitrik oksit ve su oluşmaktadır.



Şekil 2.1 Nitratin nitrite indirgenme reaksiyonu (Bacus 2006).

Modern ticari et ürünlerinde nitrit tek başına veya nitratla birlikte kullanılarak kürlenmiş et ürünlerinin oluşumunu hızlandırmaktadır (Casaburi vd. 2005). Nitrit ilavesi, kürlenmiş renk ve aroma oluşumunun yanında antioksidan ve antimikrobiyal etki gibi kürlenmiş et ürünlerinin karakteristik özelliklerinin oluşumunu sağlamaktadır (Shahidi ve Pegg 1992, Cassens 1997a). Nitrit; oksitleyici ve indirgeyici özellikleri olan, oldukça reaktif bir bileşiktir. Uygun koşullar altında nitrit, nitrozlayıcı bir bileşik olan nitrik okside indirgenmektedir. Nitrit ete ilave edildiğinde nitrat, nitroz asit ve nitrik oksit gibi birçok bileşiğe dönüşebilmektedir (Honikel 2004). Møller ve Skibsted (2002); nitritin kürlenme reaksiyonlarına katılabilmesi için mutlaka nitrik oksit (NO) oluşması gerektiğini belirlemişlerdir. Kürlenme işlemi sırasında ete ilave edilen nitritin bir kısmı, nitrata dönüşebilmektedir (Cassens vd. 1979). Et ürünlerine nitrit ilavesi sonucunda nitrojen gazı ve nitrat oluşumuyla birlikte nitrit, karbonhidrat ve lipidlerle de reaksiyona girmektedir (Pegg ve Shahidi 2000, Honikel 2004). Ancak bu reaksiyonlar nitrik oksit oluşumuyla kıyaslandığında oldukça düşük seviyelerde kalmaktadır.

Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2018/52) ve Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliğine göre; fermente et ürünlerine maksimum 150 mg/kg sodyum veya potasyum nitrit ilavesine izin verilirken, bu ürünlere doğrudan kimyasal nitrat ilavesi yasaklanmıştır. Isıl işlem görmüş et

ürünlerinden pastörize olanlara 100 mg/kg'a ve sterilize olmayanlara ise 150 mg/kg'a kadar nitrit ilavesine izin verilmiştir (Anonim 2013, 2018). Buna karşın Türk Gıda Kodeksinde et ve et ürünlerinde; doğal ve alternatif nitrat/nitrit kaynağı kullanımı hakkında herhangi bir düzenleme bulunmamaktadır.

Normal bir kürlenmiş et ürünü üretim işleminde son üründe belirlenen kalıntı nitrit miktarı başlangıçta ilave edilen nitritin yaklaşık %10-20'sini oluşturmaktadır (Cassens 1997a). Depolama süresi uzun olan et ürünlerinde özellikle renk ve antimikrobiyal etkinin devamlılığını sağlamak için ortamda bir miktar kalıntı nitritin olması gerektiği bildirilmektedir (Cassens 1997b). Et ürünlerinde kalıntı nitrit miktarı depolama süresi boyunca tespit edilemez düzeye inene kadar azalmaktadır (Skjelkvåle ve Tjaberg 1974, Eakes ve Blumer 1975). Depolama işlemi sırasında nitrit, nitrik okside dönüşmekte ve buradan da havaya geçmektedir.

Nitritin antimikrobiyal etkisinde, reaktif bir bileşen olması büyük rol oynamaktadır (Tarr 1941, 1942). İlave edilen ve kalıntı nitrit miktarı da antimikrobiyal aktiviteyi etkilemektedir (Szcawinski vd. 1989). Nitritin antimikrobiyal etkisi; pH'dan etkilenmektedir ve düşük pH'da daha yüksektir (Tarr, 1941, 1942). Nitrit reaksiyonları sırasında oluşan nitrik oksit ve diğer reaktif bileşenler antimikrobiyal etkiyi artırmaktadır. Nitritin antimikrobiyal etkisi bakteriden bakteriye farklılık göstermektedir (Sebranek ve Bacus 2007). Tompkin (2005), nitritin antimikrobiyal etkisinin nitroz asit ve/veya nitrik oksitten kaynaklanabileceğini bildirmiştir. Söz konusu araştırmacı uygun olmayan sıcaklıklara maruz kaldığı durumlarda; ortamda bulunan kalıntı nitritin, antibotulinal etkinin sağlanabilmesi için oldukça önemli olduğunu bildirmiştir. Nitritin antimikrobiyal etkisinin özellikle demir ve kükürt içeren proteinleri, enerji metabolizmasını, DNA ve gen dizilimini bozmasından da kaynaklanabileceği bildirilmektedir (Alahakoon vd. 2015). Ek olarak depolama sırasında kalıntı nitrit miktarının azalması; antimikrobiyal etkinin de azalacağı anlamına gelmektedir. Bu durum doğrudan başlangıçta ilave edilen nitrit miktarıyla doğrudan bağlantılıdır (Tompkin 2005).

Genel olarak nitritin antimikrobiyal olarak kullanımında başlıca hedef *Clostridium botulinum* gelişimini inhibe etmesidir. Bu mikroorganizmanın özellikle önemli olmasının

ana nedeni, ürettiği toksinden kaynaklanmaktadır. Botulinum toksini bilinmeden alındığında; bulantı, kusma, kaslarda felç, çift görme gibi etkileri olmakta, ileri aşamalarda ölüme neden olabilmektedir (Pegg ve Shahidi 2000). Et ürünlerine nitrit ilavesinin bir sonucu olarak *C. botulinum* kaynaklı sağlık riski olayları oldukça nadir ortaya çıkmaktadır. Nitritin *C. botulinum*'un gelişimini inhibe etmesi hakkında öne sürülen görüşler şu şekildedir; 1) nitrit kökenli bileşenlerin, et bileşenleri ile reaksiyonu, 2) nitritin hücre içi enzimleri indirgeyici veya oksitleyici etkisi, 3) nitritin ortamdaki demir miktarını azaltarak *C. botulinum*'un metabolizmasını engellemesi, 4) nitritin *C. botulinum*'un hücre duvarı ile reaksiyona girmesi sonucu metabolizması için gerekli elzem bileşenlerin alımını engellemesi yer almaktadır (Sofos vd. 1979, Benedict 1980). Buna karşın çoğu çalışmaya rağmen nitritin *C. botulinum* gelişimini tam olarak nasıl engellediği tam olarak bilinmemektedir.

Nitrit; belirli bir düzeye kadar botulizme karşı koruma sağlasa da sağlanan koruma ortamda bulunan kalıntı nitrit miktarına, uygun olmayan sıcaklığa maruz kalma süresine ve kontaminasyon düzeyine bağlı olarak değişim göstermektedir. Nitrit kürlenmiş et ürünlerinde mikrobiyal bozulmayı, aerobik ve anaerobik spor oluşturan bakterilerin gelişimini inhibe ederek engellemektedir. Nitrit, anaerobik bakterilerin (*C. botulinum* gibi) gelişimini çok iyi bir şekilde inhibe etmekte (Pierson ve Smoot 1982), aerobik patojen mikroorganizmaların (*Listeria monocytogenes* gibi) gelişiminin kontrol edilmesine de yardım etmektedir (Pichner vd. 2006). Nitritin antibotulinal etkisi özellikle sıcaklığın çok iyi kontrol edilemediği vakum paketli, soğutulmuş et ürünlerinde oldukça büyük önem taşıyabilmektedir (Tompkin 2005). Ancak nitrit, Gram-negatif enterik patojenlerin (*E. coli*, *Salmonella* gibi) kontrolünde yetersiz kalmaktadır (Tompkin 2005).

Lipit oksidasyonu et ürünlerinde meydana gelen kalite kayıplarının en önemli nedenlerinden biri kabul edilmektedir (Yun vd. 1987, Vasavada ve Cornforth 2005). Oksidasyon sonucunda et ürünlerinde acılık ortaya çıkmaktadır. Bu durum ortama nitrit ilave edilerek engellenebilir (Yun vd. 1987, Vasavada ve Cornforth 2005). Et ürünlerinde nitrit, oksidasyonun kontrol edilmesine yardımcı olur ve lipitlerin oksidatif pozisyonlarını stabilize eder (Shahidi ve Hong 1991). Oksidasyonu etkili bir şekilde önleyebilmek için

ortama minimum 50 mg/kg nitrit ilavesi gerektiği bildirmiştir (Morrissey ve Tichivangana 1985).

Nitritin et ve et ürünlerinde lipit oksidasyonunu, birkaç mekanizma yoluyla önlediği bildirilmiştir. Bunlardan birincisi; nitrik oksit demiri bağlayarak dinitrozil hemokrom oluşturmakta ve bu yolla lipit oksidasyon reaksiyonlarında demirin katalitik etkisini sınırlandırmaktadır (Townsend ve Olson 1987, Shahidi vd. 1991). İkinci olarak; nitrit ete ilave edildiğinde, nitritin bir kısmı nitrata okside olarak ortamda lipit oksidasyonuna katılacak oksijen miktarını azaltmaktadır (Honikel 2008). Üçüncü görüşte ise nitrik oksit lipit oksidasyonu sonucunda oluşan ara bileşiklerle reaksiyona girmektedir. Bu oluşan serbest radikaller otooksidasyon iz yolunda reaksiyon durdurucu rol üstlenmektedirler (O'Donnell vd. 1997). Nitritin antioksidan etkisi hakkında önerilen başka bir görüşte ise nitrik oksitin radikal kelatlama aktivitesi sonucunda heme proteinleri ve metal iyonları arasında reaksiyonlar sonucu oluşan nitrozo ve nitrozil bileşiklerin antioksidan özellik göstermesinden kaynaklanmaktadır (Pegg ve Shahidi 2000).

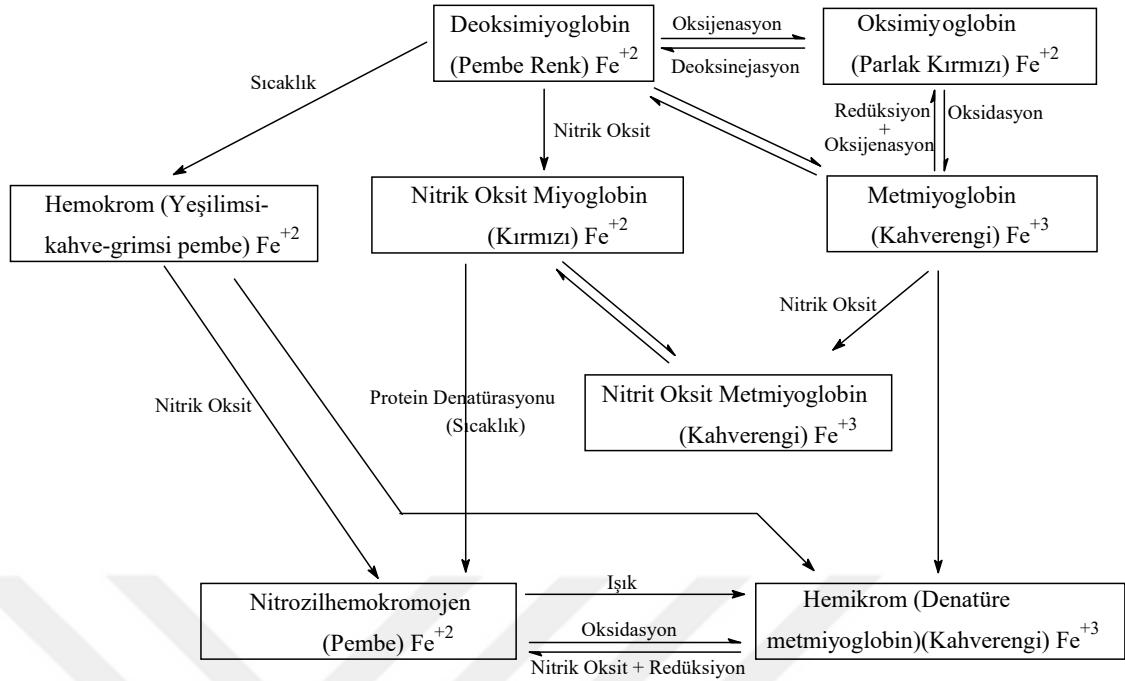
Kürlenmiş ve kürlenmemiş et ürünleri arasında ortaya çıkan aroma farklılıklarının nitritin lipit oksidasyonunu engellemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. 50 mg/kg nitrit ilavesinin, hamlarda kürlenmiş et aroması ve antioksidan etki için yeterli olduğu bildirilmiştir (MacDonald vd. 1980a, 1980b, 1980c). Nitritin et ürünlerinin aromasını, iz elementlerle kelat oluşturarak, bu elementlerin iyonik katalize katılmalarını engellemesi yoluyla koruduğu düşünülmektedir (Huang vd. 2020).

Gray vd. (1981) tarafından yapılan çalışmada, panelistler farklı miktarda nitrit kullanılarak üretilen örnekleri birbirinden ayırmayı başarmışlardır. Noel vd. (1990), duyu analizi yoluyla nitrit ilave edilen ve nitrit ilave edilmeyen kuru sosislerin ayırt edilebildiğini ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar et ürünlerinde karakteristik aroma özelliklerinin oluşumunda nitritin önemli rol oynadığını belirlemişlerdir. Fermente sosislerde 50 mg/kg'dan daha fazla nitrit ilavesinin off-flavor oluşumunu azalttığını ve aroma kalitesini artırdığı belirlenmiştir (Dethmers ve Rock 1975). Ayrıca söz konusu araştırmacılar nitrit ilave edilmeyen fermente sosislerin daha ransit tatta olduklarını ve daha zayıf aroma özelliği gösterdiklerini belirlemiştir.

Renk, tüketicilerin et ürününü alırken göz önünde bulundurdıkları en önemli faktörlerden birisidir (Aberle vd 2001). 19. yüzyılın sonlarında ve 20. yüzyılın başlarında et rengi üzerine yoğun araştırmalar yapılmıştır. Kürlenmiş et renginin nitratin, nitrite indirgenmesi sonucunda oluştuğu belirlenmiştir.

Nitrik oksit, hem miyoglobin (Fe^{+2}) hem de metmiyoglobinde (Fe^{+3}) bulunan demirle reaksiyona girerek kürlenmiş et pigmentini dolayısıyla da kür rengini oluşturmaktadır (Pegg ve Shahidi 2000). Et ürünlerinin arzu edilir renge sahip olması ve bunu koruması tüketiciler için büyük önem arz etmektedir. 1970'li yıllarda yürütülen çalışmalar ürüne ilave edilen 25-50 mg/kg düzeyinde nitritin, nispeten stabil bir kür rengi oluşumu için yeterli olduğunu göstermiştir (National Academy of Sciences 1982). Buna karşın 2-14 mg/kg kadar nitrit, pişmiş et ürünlerinde pembe renk oluşumunu sağlayabilmektedir (Cornforth ve Jayasingh 2004). Ancak bu düzeyde nitrit kullanıldığında renk oldukça zayıf olmakta ve zamanla kaybolmaktadır.

Et ürünlerinde meydana gelen renk oluşum reaksiyonları, Şekil 2.2'de verilmiştir. Kür rengi gelişimi miyoglobinin birkaç farklı durumu ile başlayabilmektedir. Miyoglobin deoksi- (morumsu kırmızı renkli), oksit- (kırmızı renkli) veya metmiyoglobin (kahverengi renkli) formlarında olduğunda ortama nitrit ilave edilirse, nitrik oksit (NO) oluşmaktadır. Bunu takiben nitrik oksit porfirin halkasında bulunan demirle reaksiyona girerek nitrik oksit metmiyoglobin (kahverengi renkli) oluşturmaktadır. NO-metmiyoglobin indirgenerek, NO-miyoglobin'i oluşturur ve bunu takip eden ısı işlem uygulaması sonucunda da nitrozohemokrom (kürlenmiş pembe renk) oluşmaktadır. Nitrozohemokrom; ürünün raf ömrü boyunca ışık ve oksijene maruz kaldığında özelliğini yitirebilmektedir (Cornforth ve Jayasingh 2004).



Şekil 2.2 Kürlenmiş etlerde renk oluşum mekanizmaları (Cornforth ve Jayasingh 2004).

Alternatif nitrit/nitrat kaynağı kullanılarak üretilen et ürünlerinde, renkte oluşabilecek olumsuzlukları ortadan kaldırmak amacıyla farklı araştırmalar yapılmıştır. Isıl işlem uygulanmayan ve ısıl işlem uygulanan et ürünlerinde, nitrozilmiyoglobin ve nitrosomiyokromojen oluşumunu sağlamak amacıyla ortama nitrozilmiyoglobin oluşturan starter kültürler eklenmiştir (Kawahara vd. 2006, Zhang vd. 2007, Li vd. 2013b) veya pişmiş kür pigmenti doğrudan ilave edilmiştir (Shahidi ve Pegg 1992). Parma sosisi gibi olgunlaştırma süresi uzun olan et ürünlerinde çinko protoporfirinin doğal olarak nitrit ilave edilmeksizin oluştuğu gözlenmiştir (Wakamatsu vd. 2004, Parolari vd. 2009). Et ürünlerinde renk oluşum mekanizmasını tam olarak anlayabilmek için, ürün ve proses koşullarının renk oluşumu üzerine etkisinin tam olarak belirlenebilmesi, renk pigmenti oluşumunun hızlandırılmasına katkı sağlayacaktır. Bu da nitrit içermeyen et ürünlerinin arzu edilen doğal kırmızı renklerinin oluşmasında yeni yaklaşımların ortaya çıkmasını kolaylaştıracaktır (Becker vd. 2012, De Maere vd. 2014). Diğer bir çalışmada ise nitrit içermeyen Frankfurterlerde renk oluşumu amacıyla koşnil ve paprika kullanılmıştır (Eskandari vd. 2013).

Nitrat ve nitrit; diyetle yer alan birçok gıda maddesinde yaygın olarak bulunmaktadır. Yapraklı yeşillikler, kök sebzeler ve özellikle de içme suyu, diyetle yer alan önemli nitrat

kaynaklarıdır (Cassens 1997b). Nitratlar ve nitritler; doğada meydana gelen azot döngüsünün bir parçasıdır ve yeşil bitkilerde fotosentezin yan ürünleri arasında yer almaktadırlar (Bednar ve Kies 1994). Diyetle alınan nitratin yaklaşık %81.2'si ve nitritin ise %1.6'sının sebze tüketiminden kaynaklandığı bildirilmiştir (White 1975). Bunun tersine National Acedemy of Sciences (1981), diyetle alınan nitratin; %85'inin sebzeler yoluyla, diyetle alınan nitritin ise; %39'unun kürlenmiş et ürünleri, %34'ünün unlu mamüller ve tahıllardan ve %16'nının sebzeler yoluyla alındığını bildirmiştir. Diğer bazı çalışmalarda ise alınan diyetel nitritin, sadece %5'inin kürlenmiş et ürünlerinden kaynaklandığı, kalan kısmın ise sebzelerden ve ağız boşluğunda tükürük yoluyla nitratin nitrite indirgenmesi sonucundan kaynaklandığı bildirilmiştir (Cassens 1997a, Archer 2002, Milkowski 2006).

Özellikle 1960 ve 1970'li yıllarda; kürlenmiş etlerde nitrit oksitin sekonder aminlerle reaksiyona girerek, karsinojen *N*-nitrozaminleri oluşturdukları tespit edilmeye başlanmıştır. 1969 yılında, Bacon'da nitrozaminler tespit edilmiştir. Yapılan araştırmada nitrozamin oluşumunda en önemli kriterin ortamda bulunan kalıntı nitrit miktarı olduğu kanıtlanmıştır (Lijinski ve Epstein 1970). Bunun sonucu olarak birçok kürlenme işleminde nitrat kullanımı bırakılarak, kalıntı nitrit miktarını daha iyi kontrol etmek amacıyla nitrit kullanılmaya başlanmıştır (Pegg ve Shahidi 2000). Ayrıca 1970'li yıllarda nitritin de karsinojen olabileceği iddiası ortaya atılmıştır (Newberne 1979). 2006 yılında uluslararası kanser araştırma merkezi belirli koşullar altında sindirilen nitrit veya nitratin endojen nitrozasyon sonucunda insanlarda karsinojen olma ihtimalinin olduğunu bildirmiştir (Coughlin 2006). Buna karşın insan sağlığında nitrik oksitin homeostazi üzerine kritik rolü üzerine artan bilgiler hala nitrit hakkında kaygıların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Milkowski vd. 2010). National Academy of Sciences (1981, 1982), nitritle kürlenmiş et ürünlerinin insanlarda sağlık riskine yol açmadığı sonucuna varılsa da kürlenmiş et ürünleri tüketimiyle çocukluk lösemisi ve beyin kanseri arasında bağlantı olup olmadığını belirlemeye yönelik çalışmalar yapılmaya devam etmiştir (Peters vd. 1994, Preston-Martin ve Lijinsky 1994, Sarasua ve Savitz 1994, Preston-Martin vd. 1996). Ayrıca fazla miktarda nitrit alımı, insan dokularında zehirlenmeye, solunum sisteminde felce ve oksijen eksikliğinden kaynaklanan diğer sağlık sorunlarına neden olabilmektedir (Huang vd. 2020). Bazı durumlarda nitrit, kanda hemoglobini

methemoglobine okside ederek oksijen taşıma yeteneğini düşürmekte ve bu durum boğulmaya hatta ölüme neden olabilmektedir (Riddell vd. 1997). Yüksek miktarlarda nitrite maruz kalma iyot metabolizmasını bozarak, tiroit bezi tarafından iyot alımını engelleyebilmekte ve bu durumda tiroit bezinin büyümesine neden olabilmektedir (Huang vd. 2020).

Piyasada kimyasal nitrit içeren et ürünlerinin yanında, kimyasal nitrit ilave edilmeden üretilen farklı et ürünlerini de bulmak mümkündür. Bunların birincisini kimyasal nitrit/nitratın yerine doğal nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen et ürünleri (doğal kürlenmiş et ürünleri), ikincini ise nitrat/nitrit ilave edilmeyen et ürünleri (kürlenmemiş et ürünleri) oluşturmaktadır. Doğal kürleme işlemine tabi tutulmuş et ürünleri, kimyasal nitrit/nitrat kullanılarak kürlenmiş eş değerleriyle benzer özellik gösterebilmektedirler. Buna karşın kürlenmemiş et ürünleri, eş değer ürünlere göre daha zayıf kür rengi ve aroma özelliklerine sahip olabilmektedir (Sindelar vd. 2007c).

Doğal kürleme işleminde kullanılacak bileşenlerin belirli özelliklere sahip olması gerekmektedir. Örneğin tüketici beğenisi ön planda ise kürlenmiş et rengi ve aromasının oluşumunu teşvik edecek bir kürleme ajanı tercih edilmelidir. Et ürünlerinde yaygın olarak kullanılan doğal kürleme bileşenleri arasında deniz tuzu, konsantre şeker kamışı suyu, ham veya turbinado şeker, laktik asit starter kültürler ve kereviz suyu, kereviz suyu konsantresi ve sebze suyu konsantreleri gibi doğal aroma vericiler kullanılmaktadır.

Çok geniş bir aralıkta bitki veya sebze bileşeninin doğal nitrat kaynağı olarak kullanılabilme potansiyeli olmasına karşın, birçoğunun et ürününün aroma ve rengini belirgin şekilde etkilemesi nedeniyle kullanımları kısıtlıdır. Kullanımı uygun olan sebze veya bitki bileşenleri genel olarak nitrat sağlama düzeylerine göre seçilmesine karşın, nitrat konsantrasyonu bitkiden bitkiye hatta bitkinin farklı kısımları arasında da büyük farklılıklar gösterebilmektedir (Lorenz 1978). Sebze suyu tozları; %2.5 veya 25000 ppm düzeylerine kadar nitrat içerebilmektedir (Sindelar 2007a, 2007b). Piyasada ticari olarak satılan kereviz suyu tozu; 27462 ppm nitrat içermektedir (Sindelar 2007a, 2007b). National Science of Academy (1981), sebzelerde nitrat miktarının 1500-2800 ppm arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Sebranek ve Bacus (2007), havuçta 117 ppm,

kerevizde 2114 ppm, pancarda 2273 ppm ve ıspanakta 3227 ppm olarak belirlenmiştir. Artık vd. (2002) tarafından Türkiye’de yetiştirilen benzer sebzelerde nitrat miktarı, havuçta 0-47.71 ppm, kerevizde 1903.95-3667.40 ppm, şeker pancarında 82.97-124.77 ppm ve ıspanakta 486.17-726.37 ppm aralığında belirlenmiştir. Verilen nitrat kaynakları arasında daha düşük miktarda pigment içermesi ve ürününün aroması üzerine fazla etkisi olmaması bakımından kereviz, diğer alternatiflere göre daha fazla ön plana çıkmaktadır (Sebranek ve Bacus 2007).

Bitkisel nitrat kaynağının tek başına et ve et ürününe ilave edilmesi yeterli olmayıp, nitratın kürlenme reaksiyonlarına girebilmesi için öncelikle nitrite indirgenmesi gerekmektedir. Bunu gerçekleştirmek için; ortama mutlaka nitrat redüktaz enzimi üretebilen mikroorganizmaların ilave edilmesi gerekmektedir. Fermente sosislerde yaygın olarak kullanılan *Lactobacillus plantarum* ve *Pediococcus acidilactici* gibi laktik asit starter kültürler, nitrata indirgeme özelliğine sahip değildir (Olesen vd. 2004, Casaburi vd. 2005). Buna karşın *Kocuria varians*, *Staphylococcus xylosus*, *Staphylococcus carnosus* gibi koagülaz negatif Koklar nitrata, nitrite indirgeme yeteneğine sahiptir (Olesen vd. 2004, Casaburi vd. 2005). Ticari nitrat indirgeyen kültürlerin yeterli nitrit oluşumunu sağlaması için gerekli zamanı en aza indirecek en uygun inkübasyon sıcaklığı 38-42°C arasında değişmektedir (Casaburi vd. 2005). Nitratın indirgenmesi 15-20°C gibi düşük sıcaklıklarda da mümkün olsa da bu işlem 30°C’de daha etkin şekilde gerçekleşmektedir (Casaburi vd. 2005).

Kürleme reaksiyonları, uygun indirgenme koşulları ve düşük pH değerlerinde daha etkin şekilde gerçekleşmektedir. Bu amaçla sirke ve limon suyu gibi asitlik artırıcılar ve vişne tozu gibi indirgeyici bileşenler doğal kürlenme hızlandırıcıları olarak kullanılabilir (Sebranek ve Bacus 2007). Vişne tozu yüksek miktarda askorbik asit (C vitamini) içermesine ve güçlü bir nitrat indirgeyici olarak rol almasına rağmen diğer bileşenler gibi pH değeri üzerine büyük bir etki göstermemektedir. pH değerinde düşüşe neden olan kürlenme hızlandırıcılar, su tutma kapasitesinde düşüşe neden olduklarından genellikle tercih edilmemektedirler. Doğal ve organik et ürünlerinde fosfatlar ve diğer geleneksel su bağlayıcılar kullanılmadığından bu durum özellikle önem arz etmektedir.

Deniz tuzu; doğal et ürünlerinde yaygın olarak kullanılan bileşenlerden birisidir ve deniz suyunun evaporasyonu yoluyla elde edilmektedir. Deniz tuzu genellikle rafine edilmediğinden elde edildiği kaynağa özgü, yapısında doğal olarak bulunan iz mineralleri içermektedir (Kuhnelein 1980, Heinerman ve Anderson 2001). Deniz tuzu nitrat kaynağı olarak kabul edilse de bu konuda yapılan sınırlı sayıda çalışma, deniz tuzunun nitrat miktarının oldukça düşük olduğunu göstermektedir (Sebranek ve Bacus 2007). Yapılan bir çalışmada Akdeniz deniz suyunun 1.1 ppm nitrat ve 1.2 ppm nitrit içerdiği belirlenmiştir (Herrador vd. 2005). Cantoni vd. (1978) üç farklı deniz suyuna ait on farklı örneği nitrat/nitrit bakımından incelediğinde, nitrat miktarının 0.3-1.7 ppm ve nitrit miktarının ise 0-0.45 ppm arasında değiştiğini belirlemiştir. Belirlenen bu değerler kütleme işlemi için oldukça düşük düzeylerde kalmaktadır.

Doğal nitrat kaynağı olan kereviz, starter kültürle birlikte kullanıldığında, doğal ve organik et ürünlerinde en yaygın kullanılan nitrat/nitrit kaynağıdır ve diğer alternatiflerle karşılaştırıldığında çoğu kürlenmiş et özelliklerini sağlamaktadır (Sindelar vd. 2007a, 2007b, 2007c). Söz konusu çalışmalarda kereviz kullanımında en önemli iki faktörün inkübasyon süresi ve kullanılan kereviz miktarı olduğu belirlenmiştir.

Sindelar vd. (2007c), doğal kürlenmiş sosislerde sebze suyu miktarının ve inkübasyon süresinin kütleme işlemine etkisini incelemiştir. Bu çalışmada inkübasyon süresinde artış, kalıntı nitrat miktarında düşüşe neden olmuştur. Ek olarak her bir uygulama grubunda kalıntı nitrat miktarı azaldıkça, kalıntı nitrit miktarı artmıştır. Bu durum nitratın nitrite dönüşmesinden kaynaklanmaktadır. %0.2 sebze suyu tozu içeren uygulamalar, %0.4 sebze suyu tozu içeren uygulamalardan kalıntı nitrat miktarı bakımından farklılık göstermiştir. Sodyum nitrit kullanılarak kürlenmiş sosisler ise diğer uygulama gruplarından farklılık göstermiştir. Buna karşın sosislerde kalıntı nitrit miktarı depolama süresi boyunca düşüş göstermiştir. Lipit oksidasyonu bakımından inkübasyon süresi ve uygulama seviyesinin etkisi önemsiz bulunmuştur. Inkübasyon süresi ve sebze suyu konsantrasyonundaki artışa paralel olarak sosislerin kırmızılık değeri artış göstermiştir. Sindelar vd. (2007b), doğal ve geleneksel kürlenmiş hamlarda renk bakımından bir fark olmadığını belirlemiştir.

Genel olarak doğal kürlenmiş et ürünleri, geleneksel kürlenen et ürünlerinden daha kısa raf ömrüne sahip olmaktadır. Bunun nedenleri arasında daha düşük miktarda nitrit içermesi, laktatlar, k rlemeyi hızlandırıcılar ve antioksidanlar gibi tipik koruyucuları i ermemeleridir (Bacus 2006). Son yıllarda bu alanda yapılan çalışmalar doğal kürlenmiş et ürünlerinde doğal antimikrobiyal bileşenlerin kullanımına yönelik olmuştur. Jackson vd. (2011) doğal nitrat + antimikrobiyal kombinasyonu ile doğal nitrit + antimikrobiyal kombinasyonunun kalıntı nitrit miktarı bakımından geleneksel kürleme işlemi uygulanan ürünler arasında fark olmadığını belirlemiştir. Sullivan (2011) doğal nitrat ve doğal nitrit kullanılarak üretilen hamlarda, Hunter Kolorimetre ile tespit edilen kırmızılık değerinin bir miktar artış gösterse de bu artışın tüketiciler tarafından duysal olarak tespit edilemeyecek düzeyde olduğunu belirlemiştir. Jackson vd. (2011) ve Sullivan (2011) tarafından kullanılan doğal antimikrobiyal maddeler fermente şeker ve sirke ile vişne, limon ve sirke tozu karışımlarından oluşmuştur. Sullivan (2011) doğal nitrat ve nitritle birlikte söz konusu doğal antimikrobiyal bileşenlerin kullanımının, *L. monocytogenes*'in gelişimi bakımından sodyum nitritle kürlenen hamlarla benzer özellik gösterdiğini belirlemiştir. Buna karşın doğal antimikrobiyal bileşik kullanılmaksızın sadece doğal nitrit kaynağı kullanıldığında, *L. monocytogenes*'in gelişimi kürleme işlemi uygulanmayan hamlarla benzerlik göstermiştir.

Bu alanda yapılan duysal değerlendirmeler, doğal kürlenmiş et ürünlerinde sebze suyu tozu kullanımının, sebze tadının ortaya çıkmasına neden olabileceğini göstermiştir. Sindelar vd. (2007b) %0.4 sebze suyu tozu içeren hamların, sodyum nitrit kullanılarak kürlenen hamlardan daha fazla sebze aromasına sahip olduklarını belirlemiştir. Buna karşın Sindelar vd. (2007c), pişmiş sosislerde %0.2 ve %0.4 oranında sebze suyu tozu kullanıldığında, sebze tadı ve aroması tespit edilemediğini ve kimyasal nitrit kullanılarak kürlenen sosislerle karşılaştırıldığında da belirgin bir fark olmadığını belirlemiştir. Bazı tüketiciler et ürünlerinde sebze aromasından hoşlanmadıklarından, bazı et ürünlerinde sebze suyu tozu kullanımı bu ürünlerin söz konusu tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğini azaltmaktadır. Jackson vd. (2011), doğal antimikrobiyal bileşen (fermente şeker ile sirke karışımı ve vişne, limon ile sirke tozu karışımı) içermeyen kürlenmemiş ve doğal nitritle kürlenmiş ham ve sosiste *C. perfringens*'in geleneksel kürlenmiş ve doğal

antimikrobiyal bileşenlerle birlikte doğal nitritle kürlenmiş ham ve sosislerden daha hızlı bir gelişim gösterdiğini belirlemiştir.

Biyojen aminler uçucu özellikte olmayan, düşük molekül ağırlığına sahip nitrojenli organik bazlardır ve amino asitlerin dekarboksilasyonu sonucu oluşmaktadırlar. Bu bileşenler gıda maddelerinde mikrobiyal aktivite sonucu ortaya çıkabilmekte ve tüketicilerde toksik etkiye neden olabilmektedirler (Alvarez ve Moreno-Arribas 2014). Bu bileşenler insanlarda, hayvanlarda, bitkilerde ve mikroorganizmalarda normal metabolik faaliyetler sonucunda ortaya çıkmaktadır. Biyojen aminler, amino asitleri dekarboksile eden enzimlerin, gıdalarda bozulmaya neden olan ve gıdalarda doğal olarak bulunan mikroorganizmaların ve et ürünlerine sonradan ilave edilen starter kültürlerin aktiviteleri sonucunda da oluşabilmektedir.

Biyojen aminlerle ilgili en önemli sorun, bu bileşenleri yüksek konsantrasyonda içeren gıda maddelerinin tüketilmesi sonucunda intoksikasyona yol açarak baş ağırsı, çarpıntı, bulantı, kızarıklık ve tansiyonda artma veya azalma gibi sağlık sorunlarına yol açmasıdır (Shalaby 1996, Silla Santos 1996, Bover-Cid vd. 2000a). Gıda maddelerinde yaygın olarak bulunan biyojen aminlerin arasında; histamin, tiramin, putresin, kadaverin ve feniletilamin yer almaktadır. Bunlar sırasıyla; histidin, tirosin, ornitin, lisin ve fenilalanin amino asitlerinin dekarboksilasyonu sonucunda oluşmaktadırlar.

Biyojen aminler mayaların, Gram negatif ve pozitif bakterilerin faaliyetleri sonucunda oluşabilmektedir. Bazı maya türlerinin (*Debaryomyces hansenii*, *Yarrowia lipolytica*, *Pichia jadinii*, *Geotrichum candidum* gibi) potansiyel biyojen amin üreticisi olduğu belirlenmiştir (Wyder vd. 1999, Roig-Sagues vd. 2002, Suzzi vd. 2003, Gardini vd. 2006). Gıdalarda sık rastlanılan *Escherichia coli*, *Hafnia alvei*, *Klebsiella pneumoniae*, *Morganella moorganii*, *Pseudomonas* spp. ve *Serratia* spp. gibi farklı Gram negatif bakteri türleri biyojen amin oluşturma özelliği göstermektedir. Ancak gıdalarda bu mikroorganizma türlerinin bulunması gıda güvenliği açısından problemlere yol açacağından hijyenik tedbirlerin yeterince alınması özellikle önem taşımaktadır (Linares vd. 2012). Gram pozitif bakterilerin, özellikle de laktik asit bakterilerinin biyojen amin oluşumundan sorumlu mikroorganizmalar oldukları bildirilmiştir (Linares vd. 2011).

Biyojen amin oluşumundan sorumlu laktik asit bakterileri, fermente et ürününde doğal olarak bulunabildikleri gibi, starter kültür olarak sonradan da ortama ilave edilebilmektedir.

Fermente gıdalarda biyojen amin oluşumunu etkileyen faktörler ve bu biyojen aminlerin kökeni çalışmalarla ortaya konulsa da, bu bileşiklerin gıda maddelerinde limitleri belirlenememiştir (Alvarez ve Moreno-Arribas 2014). Gıda maddelerinde biyojen amin oluşumunun oldukça kompleks reaksiyonlar sonucunda olması, bu reaksiyonları birçok faktörün etkilemesi, ayrıca bu faktörlerinde birbirleriyle interaksyonu ve biyojen amin oluşumunun çoğu zaman ürüne özgü olması, işin içinden çıkılmaz hale getirmektedir (European Food Safety authority (EFSA) 2011). Biyojen aminlerden, histamin ve tiramin en toksik bileşenler olarak kabul edilmekte ve bu bileşenlere gıda güvenliği açısından ayrı bir önem verilmektedir. Putresin ve kadaverin, bu bileşiklerin toksik etkisini artırmaktadır. Ayrıca bu bileşikler gıdaların işlenmesi ve hazırlanması sırasında uygulanan ısı işleminden de etkilenmemektedir (Alvarez ve Moreno-Arribas 2014).

Biyojen aminler; mikroorganizmalarda, bitkilerde ve hayvanlarda önemli fizyolojik fonksiyonları olan bileşiklerdir. Bu nedenle bu bileşenlerin gıdalarla vücuda alınması oldukça normal bir durumdur. Normal koşullar altında vücuda alınan biyojen aminler, ince bağırsakta bulunan amin oksidaz enzimleri tarafından detoksifiye edilmektedir. Bu enzimler okside ettikleri amino grubunun sayısına göre mono veya diamin oksidaz olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca histamin, metil veya asetil transferazlar tarafından da detoksifiye edilebilmektedir (Linares vd. 2011). Bu enzimler bazı durumlarda genetik bozukluklar veya alkol ve bazı antidepresan ilaç alımının sonucunda aktivitelerini kaybedebilmekte ve biyojen aminler kana geçmekte ve farklı organlarda birikerek toksik etkilerini göstermekte ve ciddi sağlık sorunlarına neden olabilmektedir (Blackwell 1963, McCabe-Sellers vd. 2006, Ladore vd. 2010). Biyojen amin kaynaklı en sık karşılaşılan risk, belirli gıdalarda hijyenik yetersizlik sebebiyle kontrolsüz mikroorganizma gelişimi sonucunda detoksifikasyon mekanizmasının etkisiz hale gelerek daha fazla birikim olmasıdır. 1000 mg/kg'dan daha fazla biyojen amin oluşumunun sağlık riski oluşturduğu belirtilmiştir (Shalaby 1996, Roig-Sagues vd. 2002, Fernandez vd. 2006).

Biyojen aminlerin toksisitesi üzerine yapılan çalışma sayısı oldukça azdır. Bu çalışmaların çoğu da histamin üzerine yoğunlaşmıştır. Genel olarak 400 mg/kg'dan daha fazla histamin alımının sağlığı olumsuz etkilediği kabul edilmektedir (Taylor, 1986). Ek olarak sağlıklı kadınlarda ağızdan 75 mg saf histamin alımının, deneklerin %50'sinde semptomlara neden olduğu belirlenmiştir (Wöhrl vd. 2004). Yaklaşık 1000 mg/kg histamin alımı şiddetli intoksikasyona neden olmaktadır (Rauscher-Gaberning vd. 2009).

Biyojen aminlerin sağlık üzerine etkisi semptomların şiddetine göre tepki, intolerans, intoksikasyon veya zehirlenme olarak sınıflandırılmaktadır (Ladero vd. 2010). Tepki semptomları arasında bulantı, terleme, kan basıncında ufak çaplı değişimler ve hafif baş ağrısı yer almaktadır. İntolerans etkisinin belirtileri daha şiddetlidir. Bu belirtiler arasında kusma, ishal, yüz kızarması, nefes almada zorlanma, taşikardi, migren ve hipo veya hipertansiyon yer almaktadır. Daha şiddetli durumlarda da hipertansiyon, kalpte veya merkezi sinir sisteminde dönüşsüz tahribatlar ortaya çıkarabilmektedir (Blackwell, 1963).

Sucuk gibi fermente ürünler, yüksek mikrobiyal yükleri nedeniyle özellikle tiramin, 2-feniletilamin, triptamin, kadaverin, putresin ve histamin biyojen aminlerinin birikimine elverişli gıdalardır. Ancak biyojen amin içeriği aynı tip gıdalarda bile büyük değişkenlik göstermektedir. Bunun nedenleri; mikrobiyal floradaki farklılık, üretim sırasındaki hijyen, öncü bileşiklerin bulunması (amino asitler) gibi faktörlere bağlanmaktadır. Fermente et ürünlerindeki yüksek protein içeriği, olgunlaşma sürecindeki yoğun proteolitik aktivite, starter kültürlerin ve kontamine mikrofloranın dekarboksilaz aktivitesi için öncü bileşikler sağlar (Suzzi ve Gardini, 2003).

N-nitrozaminler; genel olarak nitrozlayıcı ajanlarla, sekonder aminlerin reaksiyonları sonucunda oluşmaktadırlar. Özellikle et ürünlerinde nitrozil donörlerinin ana kaynağını kürlleme işleminde kullanılan nitrit ve gaz formunda nitrojen oksitler oluşturmaktadır (dumanlanmış ürünlerde) (Hotchkiss ve Parker 1990). Sekonder aminlerin vücuda alınımları farklı kaynaklardan olsa da et ürünlerinde biyojen aminlerin ve diğer protein degradasyon ürünlerinin bulunması ana amin kaynağını oluşturmaktadır. Sekonder aminler doğrudan nitrozamin oluşturabilirken; spermin, spermidin, kadaverin ve putresin gibi sadece primer amin grubu içeren aminlerin nitrozamin oluşturabilmesi için öncelikle

deaminasyona uğraması ve siklizasyon reaksiyonlarına maruz kalması gerektiği bildirilmiştir (Lijinsky ve Epstein 1970, Warthesen vd. 1975). Putresin ve spermidinden; *N*-nitrosopyrrolidine (NPYR) oluşurken (Huxel vd. 1974, Warthesen vd. 1975, Hildrum 1975), kadaverinden; *N*-nitrosopiperidine (NPIP) oluşmaktadır (Warthesen vd. 1975, Nakamura vd. 1981). Ancak et ürünün çeşidine, üretim şekline, uygulanan gıda hazırlama yöntemine bağlı olarak tek bir biyojen aminden farklı nitrozaminin oluşumu da mümkündür. Örneğin; spermin ve spermidin nitrozlama için uygun sekonder amin gruplarını içerdiğinden, yapılan bir çalışmada bu aminlerden bir düzineden fazla farklı nitrozo bileşiğin oluştuğu tespit edilmiştir (Hildrum 1975). Bu çalışmada oluşan baskın nitrozaminin; γ -butenyl(3-propenyl) nitrosamine (BPN) olduğu, *N*-nitrosopyrrolidine (NPYR) 'nin ise; iz miktarda oluştuğu belirlenmiştir. Pişmiş hamda yapılan çalışmada ortamda putresin ve spermidin fazla bulunduğunda *N*-nitrosodimethylamine (NDMA)'nin, *N*-nitrosopyrrolidine (NPYR)'den daha fazla oluştuğu belirlenmiştir (Drabik-Markiewicz vd. 2011).

Sodyum nitrat ve sodyum nitrit kullanılarak veya kullanılmaksızın ürettikleri salamları inceledikleri bir araştırmada, kürlenmiş ürün karakteristiklerinin oluşumu için nitrat veya nitritin kullanılmasının gerekli olduğu belirlenmiştir (Skjelkvåle ve Tjaberg 1974). Aynı çalışmada, nitrit ilave edilmeyen, mikrokok ve laktobasil starter kültürlerini içeren uygulamalarda üretimin herhangi bir aşamasında kalıntı nitrit varlığı tespit edilememiştir. Morita vd. (1998), nitrat veya nitrit içermeyen ancak starter kültür (*Staphylococcus xylosus*) ilave edilerek hazırlanan salamların nitrat ve nitrit kullanılarak üretilen salam örneklerine benzer özelliklere sahip olduğunu belirlemişlerdir. Bu durum üründe nitrik oksit üreten mikroorganizmaların varlığıyla açıklanabilmektedir.

Sindelar vd. (2007a), kürlenmemiş, emülsüfiye pişmiş sosislerde farklı sebze suyu tozu konsantrasyonlarının ve farklı depolama sürelerinin kimyasal ve duyusal özellikler üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada 90 günlük depolama süresince emülsüfiye Frankfurter tipi pişmiş sosislerde starter kültür olarak *S. carnosus*, farklı konsantrasyonlarda sebze suyu tozu (VJP) ve inkübasyon süresinin farklı kalite özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada TRT1 (%0.20 VJP ve 30 dakika inkübasyon), TRT2 (%0.20 VJP ve 120 dakika inkübasyon), TRT3 (%0.40 VJP ve 30 dakika

inkübasyon), TRT4 (%0.40 VJP ve 120 dakika inkübasyon) ve C (sodyum nitrit ilaveli) olmak üzere beş farklı uygulama grubu oluşturulmuştur. Başlangıçta ve depolama süresi boyunca TRT ve C grupları arasında TBA değeri bakımından fark gözlenmemiştir. L^* değeri bakımından TRT grupları arasında fark gözlenmemiştir. Başlangıçta TRT2, TRT4 ve C grupları, TRT1 ve TRT3'den daha yüksek a^* değeri göstermiştir. Aroma, kür rengi, flavor, uniform renk ve sıklık için gerçekleştirilen duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, TRT1 dışında kalan sosisler C grubuna benzer puanlar almıştır. Elde edilen sonuçlar, sodyum nitrit ilave edilen kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, ürüne ilave edilen sebze suyu konsantresinin miktarından çok uygulanan inkübasyon süresinin daha önemli bir kriter olduğunu göstermiştir.

Sindelar vd. (2007b) farklı düzeylerde sebze suyu tozu (VJP) kullanımının ve farklı inkübasyon sürelerinin tüketime hazır kürlenmemiş ham'larda, 90 gün depolama süresi boyunca farklı kalite özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bu amaçla TRT1 (%0.20 VJP ve inkübasyon yok), TRT2 (%0.20 VJP ve 120 dakika inkübasyon), TRT3 (%0.35 VJP ve inkübasyon yok), TRT4 (%0.35 VJP ve 120 dakika inkübasyon) ve sodyum nitrit ilaveli C grubu olmak üzere 5 farklı uygulama grubu oluşturulmuştur. L^* , a^* ve b^* değerleri bakımından C ve TRT grupları arasında herhangi bir fark belirlenmemiştir. TBA değeri bakımından; C grubu ve TRT grupları arasında zamanla bir miktar değişim ortaya çıkarken, C grubu TRT2 ve TRT4 gruplarından daha düşük TBA değeri göstermiştir. Kür pigmenti konsantrasyonu bakımından C ve TRT grupları arasında fark gözlenmemiştir. Yapılan duyusal değerlendirme sonucunda %0.35 sebze suyu içeren uygulama gruplarında daha yüksek arzu edilmeyen sebze aroması ve flavoru bulunduğu bildirilmiştir. %0.20 sebze suyu konsantresi içeren uygulama grupları ise; C kontrol grubuyla benzer duyusal değerlendirme puanları almıştır.

Ekici vd. (2015), sucuklarda nitrit alternatifi olarak siyah havuç konsantresi kullanmıştır. Araştırmacılar nitritle veya nitritsiz olarak sucuklara 0.5, 1 ve 2 g/100 g düzeyinde siyah havuç konsantresi (BCC) ilave ederek sucukların bazı biyokimyasal, mikrobiyolojik, biyoaktif bileşikler, aroma ile tekstürel ve duyusal özellikleri 12 gün süren fermentasyon uygulaması sonrasında incelenmiştir. En yüksek toplam fenolik bileşik miktarı kimyasal nitrit içermeyen ve 2 g/100g düzeyinde siyah havuç konsantresi içeren sucuklarda

belirlenmiştir. Sucuk örneklerinin antiradikal aktiviteleri; BCC ilavesine bağlı olarak yüksek oranda etkilenmiştir. BCC ilavesinin sucukların sertliği üzerine etkisi belirlenmemiş olup, son ürünün yapışkanlığının gelişmesine katkı sağlamıştır. Ek olarak BCC konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak sucukların direncinde azalma gözlenmiştir. Sucukların uçucu bileşen profili nitrit ve BCC miktarında değişimden etkilenmiş olup, uçucu bileşenlerin çoğunu terpenler oluşturmuştur. BCC konsantrasyonunda meydana gelen değişim sucuğun içinde ve dışında ölçülen a^* değerini etkilemiştir. Sucuk örneklerinin tamamı kabul edilebilir düzeyde duyusal puan almıştır.

Redfield ve Sullivan (2015), tavuk göğüs etini, ön dönüştürülmüş kereviz suyu tozu (CP) ve farklı oranlarda kimyasal nitrit (SN- 0, 50, 100, 150 ve 200 ppm) kullanarak kürlenmiştir. Nitrit düzeyi ve nitrit kaynağının b^* değeri, pH ve kalıntı nitrit miktarı üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Düşük miktarda nitrit ilavesi ve uzun depolama süresi üründe daha düşük kalıntı nitrit miktarına neden olmuştur. Duyusal değerlendirme; kereviz tozu kullanılarak üretilen ürünlerin, diğer ürünlerden daha az kabul edilebilir olduğu sonucunu göstermiştir. Genel olarak, bazı açılardan kimyasal nitrit ve kereviz tozu içeren örnekler benzer özellik gösterse de tavuk göğsünde kereviz tozu ilavesinin 100 ppm (%0.46) ile sınırlandırılmasının daha uygun olacağı sonucuna varmışlardır.

Riel vd (2017), Mortadella tipi sosislerde nitrit alternatifi olarak maydanoz ekstraktı tozu kullanımının sosislerin mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyusal özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bu amaçla; 1.07 (V3), 2.14 (V4) ve 4.29 (V5) maydanoz ekstraktı tozu/kg sosis hamuru içerecek şekilde deneme grupları oluşturmuştur. Bu gruplara ek olarak bu gruplarla karşılaştırma yapma amacıyla kürlenme ajanı içermeyen V2 grubu ve geleneksel nitrit kürlenmiş kontrol grubu (V1) oluşturulmuştur. Sosislerde 28 gün depolama süresi sonunda V5 grubunda, diğer gruplarla kıyaslandığında daha az sayıda *L. monocytogenes* üremesi gözlenmiştir. V5 grubu, V1 grubu ile kıyaslandığında depolamanın 21. gününe kadar %40 daha düşük kalıntı nitrit belirlenmiş ve benzer a^* değeri göstermiştir. Tekstürel parametreler açısından, L^* değeri ve a_w değerlerinin uygulama grupları arasında herhangi bir fark belirlenmemiştir. Duyusal değerlendirme

sonuçlarına göre; V1 grubu ile V4 ve V5 deneme grupları, benzer toplam beğeni puanları almışlardır.

Sucu ve Turp (2018), sucuklara nitrit alternatifi olarak pancar tozu (PT) ilave ederek, 4°C’de 84 gün boyunca depolayarak kalite özelliklerinde meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Araştırmacılar, C (150 mg/kg sodyum nitrit), BS1 (100 mg/kg sodyum nitrit ve %0.12 PT), BS2 (50 mg/kg sodyum nitrit ve %0.24 PT) ve BS3 (%0.35 PT) olacak şekilde 4 farklı deneme grubu oluşturmuşlardır. Pancar tozu ilavesi örneklerde a^* değerinde artışa yol açmış ve depolama süresi boyunca arzu edilen rengin korunmasını sağlamıştır. Depolama süresi sonunda kalıntı nitrit miktarı bakımından deneme grupları arasında herhangi bir fark gözlenmemiştir. Laktik asit bakteri sayısı en yüksek BS3 grubunda belirlenmiştir. TBA değerleri göz önüne alındığında BS2 ve BS3 grupları için önerilen depolama süresinin 56 gün olduğu savunulmuştur. Depolama süresi boyunca pancar tozu içeren grupların duyusal değerlendirme puanları, kimyasal nitrit içeren gruplarla benzer özellik göstermiştir.

Posthuma vd. (2018), kürlenmiş et model sisteminde nitrit kaynağının, indirgen bileşiklerin ve inkübasyon süresinin kür rengi gelişimi üzerine etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla model sistemde, nitrit kaynağı (kimyasal nitrit ve kültürlenmiş kereviz suyu tozu), indirgen bileşikler (indirgen içermeyen ve soyun erithorbat/kiraz suyu tozundan askorbik asit) ve pişirme işleminden önce uygulanan inkübasyon süresinin, kür rengi oluşumu üzerine etkisi incelenmiştir. İndirgen bileşikler içeren deneme grupları daha yüksek kür pigmenti oluşumu, daha düşük kalıntı nitrit, daha iyi kırmızılık değerleri ve daha düşük sarılık değerlerine sahip olmuştur. Daha uzun inkübasyon süreleri a^* değerinde bir miktar artışa neden olmuştur. Araştırmacılar ön dönüştürülmüş kereviz suyu tozu ve kiraz tozundan gelen askorbik asidin, pişirme öncesi bekleme süresini oldukça kısalttığı sonucuna varmıştır.

Jin vd. (2018), sosislerde depolama süresi boyunca nitrit ilaveli ve nitrit alternatifi kullanarak, fizikokimyasal özelliklerde, mikrobiyal yükte ve duyusal değerlerde meydana gelen değişimi incelemişlerdir. Deneme amaçlı olarak; kontrol, %0.01 sodyum nitrit, %0.8 kereviz tozu (T1), %0.6 meyve ekstraktı tozu (%17 nar, %4.5 limon, %1 kırmızı

pancar, %22 rozmarin, %55 glukoz ve %1.5 tuz) (T2), %0.45 mor tatlı patates tozu (T3), %0.5 meyve ve sebze ekstraktları tozu karışımı (%42.9 turp, %40.6 pancar, %5.49 kuşüzümü, %5.5 elma, %6 sitrik asit ve %3 maltodekstrin) (T4), %0.04 gardenia kırmızısı (T5) ve %0.07 paprika ve yaban mersini tozu içeren yedi farklı sosis grubu oluşturulmuştur. T1 grubunda, kontrol grubuna göre daha parlak, daha kırmızı ve daha sarı ürün oluşumu belirlenmiştir. Kalıntı nitrit miktarı; kontrol grubunda daha yüksek saptanmış ve depolama sırasında kalıntı miktarı, kontrol, T1 ve T2 gruplarında diğer uygulama gruplarına göre daha hızlı düşüş göstermiştir. T1 grubu; pH, TBA değeri ve toplam bakteri sayısı bakımından, kontrol grubuyla aynı sonuçları göstermiştir. Ayrıca T1 grubu, kontrol grubuyla benzer duyusal puanlar almıştır. Araştırmacılar elde edilen sonuçlardan kereviz tozunun diğer alternatiflere göre sosislerin kalite özelliklerini daha iyi koruduğu ve elde edilen sonuçların, kontrol grubuyla aynı olduğu sonucuna varmışlardır.

Huang vd. (2020), kürlenmiş et üretiminde nitrit yerine, starter kültür olarak *Lactobacillus fermentum* RC4 ve *Lactobacillus plantarum* B6, renk verici olarak pancar ve *Monascus* ve antibiyotik olarak nisin kullanmıştır. Araştırmacılar nitrit içermeyen grup; sadece tuz içeren grup ile, tuz ve nitriti birlikte içeren grup olmak üzere üç farklı deneme grubu oluşturmuşlardır. 18-20°C’de 20 gün depolama süresi sonunda nitrit ilave edilmeyen grubun diğer uygulama gruplarına göre daha düşük kalıntı nitrit içerdiğini, duyusal özelliklerinin daha iyi olduğunu, daha fazla uçucu aroma bileşeni içerdiğini ve patojen bakteri içermeden toplam bakteri sayısının daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Kürlenmiş et ürünlerinde ise en fazla tespit edilen aroma bileşenleri arasında; 3-hidroksi-2-bütanon, 3-metil-bütanal, 2-metil-bütanal, 2,4-heptadienal, heptanal, oktanal ve nonanal yer almıştır. Araştırmacılar uygulanan yöntemle kürlenmiş et kalitesinin arttığı ve kalıntı nitrit miktarının azaldığı sonucuna varmışlardır.

Eisinaite vd. (2020), soğuk tütsülenmiş sosislerde kimyasal nitrat/nitrit yerine dondurularak kurutulmuş kereviz kullanarak ürün kalitesini artırmayı ve ürün güvenliğini sağlamayı amaçlamışlardır. 150 mg/kg nitrata eşdeğer kereviz, 150 mg/kg nitrit ve 150 mg/kg nitrat içeren deneme grupları; *S. xylosus* ve *S. xylosus-P. pentosaceus* karışımı starter kültür kullanılarak oluşturulmuştur. Çalışmada fermentasyon ve olgunlaşma

sırasında fizikokimyasal özellikler, mikrobiyolojik kalite ve myoglobinin farklı formlarında meydana gelen değişim incelenmiştir. Soğuk tütsülenmiş sosis üretiminde kereviz kullanımının pH'da meydana gelen değişim üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Sosislerde belirlenen kalıntı nitrat miktarını kullanılan starter kültürle birlikte ilave edilen nitrat kaynağı da etkilemiştir. Miyoglobin formlarının (oksimiyoglobin ve deoksimiyoglobin) toplam miktarı uygulama gruplarının tamamında benzerlik gösterirken, en düşük kırmızılık değeri (8.50-9.32) kereviz içeren sosislerde belirlenmiştir. Araştırmacılar soğuk tütsülenmiş sosis üretiminde, dondurularak kurutulmuş kerevizin başarılı bir şekilde kullanılabileceğini bildirmişler, ancak üretimde kullanılan starter kültür seçiminin son derece önemli olduğu sonucuna varmışlardır.

Zhu vd. (2020), Çin fermente sosislerinde, nitriti kısmen probiyotik *L. plantarum* ile ikame ederek kalıntı nitrat, renk, biyojen amin ve jel özelliklerinde meydana gelen değişimi incelemişlerdir. Çalışma sonunda; nitriti azaltılmış sosislerin kalıntı nitrit ve biyojen amin miktarının azaldığı, sosislerin renk ve jel yapılarının geliştiği belirlenmiştir. Sonuçlar kullanılan starter kültür suşunun nitrat ve nitrit redüktaz aktivitesinin olduğunu göstermiş ve bu durum da kalıntı nitrat ve nitrit miktarının azalmasına neden olmuştur. Nitrik oksitin son indirgenme ürünleri, miyoglobinle reaksiyona girerek nitrosilmiyoglobin oluşturmuş ve bu da sosisin rengini geliştirmiştir. *L. plantarum* oluşan tiramin miktarını azaltarak biyojen amin kaynaklı riskleri de azaltmıştır. Araştırmacılar Çin fermente sosisinde *L. plantarum* ile düşük miktarlarda nitrit kullanımının yüksek kalitede, sağlıklı ve biyojen amin içeriği düşük ürün üretmenin mümkün olduğu sonucuna varmışlardır.

Sojic vd. (2020), pişmiş domuz sosisinde, nitrit alternatifi olarak domates posası ekstraktı (DP) ve organik nane esansiyel yağı (NE) kullanarak pH, renk, kalıntı nitrit miktarı, TBARS değeri ve toplam mikrobiyolojik yükü belirlemişlerdir. Sosis üretiminde deneme grupları; T1 100 ppm nitrit, T2 50 ppm nitrit, T3 50 ppm nitrit ile 0.150 µL/g DP, T4 50 ppm nitrit ile 0.075 µL/g DP ve 0.075 µL/g NE ve T5 50 ppm nitrit ile 0.150 µL/g NE içerecek şekilde oluşturulmuştur. Yapılan denemeler sonucunda en düşük kalıntı nitrit miktarı ve TBA değeri T4 grubunda belirlenmiştir. Sosislere DP ilavesi, kırmızılık değerinde artışa neden olmuştur. T5 grubunda en düşük toplam bakteri sayısı

belirlenmiştir. Araştırmacılar elde ettikleri sonuçlara bağlı olarak pişmiş domuz sosislerinde, DP ve NE kullanımının ürün özelliklerini etkilemeden ilave edilen nitrit miktarını azaltmada alternatif bir yöntem olarak kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Szymanski vd. (2020), pişmiş et ürünlerinde kürlenme işleminde *Staphylococcus carnosus*, düşük sodyum nitritle birlikte kullanılarak, renk, kalıntı nitrat/nitrit, nitrozil pigment miktarı, duyu ve mikrobiyolojik özelliklerde meydana gelen değişimi incelemişlerdir. Bu amaçla; kontrol grubu (100 ppm NaNO₂), L grubu (15 ppm NaNO₂) ve LS grubu (15 ppm NaNO₂ ve 10⁷ cfu/g *S. carnosus*) olmak üzere üç farklı deneme grubu oluşturulmuştur. Deneme gruplarından örnekler 24 saat bekleme süresi sonunda pişirilmiştir. Analizler son üründe ve depolamanın 4 ve 8. haftalarında gerçekleştirilmiştir. Ortama nitratı indirgeyen starter kültürün ilave edilmesi, et ürününe ilave edilen nitrit miktarı az da olsa, reaksiyonlar için gerekli olan nitrit miktarının artmasına neden olmuştur. Bunun sonucunda da ortamda nitrat miktarında düşüş gözlenmiştir. Nitrosil pigmentlerinin oluşumu, *S. carnosus* ilave edilen et ürünlerinde, ilave edilmeyenlere göre daha yüksek düzeyde belirlenmiştir. LS grubunun kırmızılık değerinin diğer gruplardan daha yüksek olduğu belirlenmiş ve bu grubun rengi depolama süresi boyunca daha stabil kalmıştır. *S. carnosus*'un duyu özellikler ve mikrobiyolojik kalite üzerine herhangi bir olumsuz etkisi tespit edilmemiştir.

Sucuk, ülkemize özgü et ürünü olup, üretiminde nitrit kullanılmaktadır. Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği ve Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliğinde et ürünlerine nitrit, potasyum (E249) veya sodyum (E250) tuzu olarak katılmaktadır ve kullanım düzeyi yasal düzenlemelerle belirlenmiştir (Anonim 2013, 2018). Buna göre et ürünlerinde kullanılabilecek sodyum ve potasyum nitrit miktarı, maksimum 150 ppm olarak belirlenmiştir. Buna karşın nitrat ve tuzlarının sucuklara doğrudan ilave edilmesine izin verilmemektedir. ABD'de doğrudan sodyum/potasyum nitrit ilavesi ile üretilen ürünlerden immersiye, masaj ve enjeksiyon ile kürlenmiş et ürünlerinde 200 ppm, doğrudan ilave edilenlerde 156 ppm ve kuru kürlenmiş et ürünlerinde 625 ppm nitrit kullanımına izin verilmektedir. Ayrıca geleneksel olarak kürlenmiş et ürünlerinde ise; 120 ppm nitrite izin verilmektedir (USDA 1995). Doğal kürlenmiş olarak sınıflandırılan et ürünlerinde ise kullanılan kimyasal nitrit miktarı

genel olarak 40-60 ppm arasında değişmektedir. Ancak genel olarak kabul gören yaklaşım üründe kullanılan nitrit miktarının, tipik ürünlerde kullanılan nitrit miktarından az olması yönündedir (Sebranek ve Bacus 2007). ABD’de alternatif kürleme teknikleri kullanılan et ürünleri, genel olarak doğal kürlenmiş veya nitrat/nitrit ilave edilmemiş et ürünleri olarak kabul edilmektedir (USDA 2005). Avrupa birliği direktiflerine göre et ürünlerinde kullanılabilecek sodyum ve potasyum nitrit miktarı 150 ppm olarak, ısıtıl işlem görmemiş et ürünlerinde kullanılabilecek potasyum nitrat miktarı 150 ppm ve geleneksel kuru kürlenmiş et ürünlerinde kullanılabilecek sodyum nitrat miktarı 300 ppm olarak belirlenmiştir. Nitrit ilave edilmeyen geleneksel et ürünlerinde kullanılabilecek sodyum nitrat miktarı ise; 250-300 ppm olarak belirlenmiştir (European Commission 2006). Ülkelere göre az çok değişmekle birlikte işlenmiş et ürünlerine 500 ppm dolaylarında sodyum nitrat, 200 ppm’e kadar sodyum nitrit veya eşdeğer bileşiklerin kullanımı olağan sayılmıştır. Ülkemizde et ve et ürünlerinde alternatif nitrit/nitrat kullanımına yönelik olarak herhangi bir yasal düzenleme bulunmamaktadır. Bu ve benzeri çalışmalar bu tip ürünlere yönelik bilimsel bir altyapı oluşturmaları nedeniyle önem taşımaktadır.

Ülkemizde et ürünleri üreticilerinin nitrit kullanımı konusunda bilinçsiz olmaları, zaman zaman limitlerin aşılması sonucu kalıntı nitrit miktarının yükselmesine neden olmaktadır. Nitritin sağlık üzerine olumsuz etkileri dikkate alındığında bilinçsiz kullanım sonucu, et ürünleri insan sağlığı için önemli bir tehlike kaynağı haline gelebilmektedir. Diğer yandan, kimyasal katkı maddesi kullanımına karşı gelişen tüketici tepkisi, gıdaların doğal yollarla üretilmesine yönelik çalışmaları artırmıştır. Bu çalışmada doğrudan kimyasal nitrat ve nitrit ilave edilmeden, doğal nitrat/nitrit içeren bitkisel kaynaklar kullanılarak fermente ve ısıtıl işlem görmüş sucuk üretimi gerçekleştirilmiş ve dünyada gittikçe artan doğal ve sağlıklı ürünlere yönelim konusunda önemli bir adım atılmıştır. İlave edilen bitkisel kaynakların sucuklarda biyojen amin oluşumu üzerine etkisi ilk kez ortaya konulmuştur. Elde edilen bilgiler ışığında daha sağlıklı et ürünleri üretimi mümkün olacaktır.

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Sucuk üretiminde et materyali olarak, Ankara ili Çubuk ilçesinde yetiştirilmiş iki yaşında Montofon düveden elde edilen karkasın $4\pm2^{\circ}\text{C}$ 'de 24 saat dinlendirilmesinden sonra döş kısmından elde edilen etler ve yağ materyali olarak 0°C 'ye soğutulmuş taze koyun kuyruk yağı kullanılmıştır. Bitkisel nitrat/nitrit kaynağı olarak, taze kerevizden ve taze siyah havuçtan elde edilen suların konsantreleri kullanılmıştır. Sucuk formülasyonunda iyi kalitede baharat (acı ve tatlı kırmızı biber, karabiber ve kimyon), sakkaroz ve sarımsak kullanılmıştır. Starter kültür olarak *Pediococcus pentosaceus* ve *Staphylococcus carnosus* karışımı (CHR Peyma Hansen, Almanya) kullanılmıştır. Sucuk hamuru, 36 mm çapında kolajen kılıflara doldurulmuştur.

3.2 Yöntem

3.2.1 Bitkisel nitrat kaynaklarının elde edilmesi

Bitkisel nitrat kaynağı olarak siyah havuç (*Daucus carota* L. ssp. *Sativus* var. *atrorubens* Alef.) ve kereviz (*Apium graveolens*) kullanılmıştır. Konsantrelerin hazırlanması Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Meyve Suyu Araştırma İşletmesinde gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla taze olarak yerel marketten temin edilen sebzeler, işleme başlamadan önce iyice yıkanmış ve üretime uygun olmayan kısımlar uzaklaştırılmıştır. Suyu sıkılacak siyah havuçların sap kısımları kesilmiş iri boyutlu olanlar bıçakla yaklaşık ortadan ikiye kesilmiş, meyve değirmeninden geçirilmiş ve paket pres (Bucher-Guyer, Niederweningen, İsviçre) kullanılarak, maksimum pres basıncı 150 bar olacak şekilde sıkılarak suyu elde edilmiştir. Elde edilen su, tülbent bezinden geçirilerek kaba partiküller uzaklaştırılmıştır. 2-3 saat kadar 4°C 'de bekletilerek asılı partiküllerin dip kısma çökmesi beklenmiş ve üstteki berrak kısım sifon yapılarak alınmış ve kaba filtre kullanılarak tekrar süzölmüştür. Konsantrasyon işleminde siyah havuç suyunun çözünür kuru madde

konsantrasyonu ceketli ısıtıcıda (Croen Mfg. Co., Chicago, USA) geleneksel yöntemle kaynatılarak 14 Briks'den 67 Briks'e çıkartılmıştır.

Kereviz suyu konsantresi üretiminde ise iyice yıkanan kerevizlerin sap ve üretime uygun olmayan kısımları uzaklaştırılarak ufak parçalara bölünmüş ve meyve değirmeninden geçirilmiştir. Bu işlemi takiben paket pres (Bucher-Guyer, Niederweningen, İsviçre) kullanılarak, maksimum pres basıncı 150 bar olacak şekilde sıkılarak suyu elde edilmiştir. Elde edilen su, kaba tülbent bezinden geçirilerek kaba partiküller uzaklaştırılmıştır. 2-3 saat kadar 4°C'de bekletilerek asılı partiküllerin dip kısma çökmesi beklenmiş ve üstteki berrak kısım sifon yapılarak alınmış ve kaba filtre kullanılarak tekrar süzümüştür. Kereviz suyu, ceketli ısıtıcıda (Croen Mfg. Co., Chicago, USA) konsantre edilmiştir. Konsantre işleminde kereviz suyunun suda çözünür kuru maddesi 8 Briks'den 60 Briks'e çıkarılmıştır. Kereviz suyu konsantresi (KSK) ve havuç suyu konsantresi (HSK) kullanılıncaya kadar -40°C'de depolanmıştır. Sebze sularının konsantre edilmesi sırasında ısıl işlemin etkisiyle nitratin bir miktarının nitrite dönüştüğü belirlenmiştir. Bitkisel nitrat/nitrit kaynakları kullanılacakları zaman sırasıyla 75 ve 150 ppm nitrit içerecek düzeylerde sucuk formülasyonlarına ilave edilmiştir.

3.2.2 Sucuk üretimi

Fermente ve ısıl işlem görmüş olmak üzere, iki tip sucuk üretimi çizelge 3.1'de verilen formülasyona göre yapılmıştır. Sucuk formülasyonu %79 kırmızı et, %15 kuyruk yağı, %1.8 tuz, %1.2 sarımsak, %0.6 sakaroz, %0.5 acı kırmızı biber, %0.5 tatlı kırmızı biber, %0.6 karabiber, %0.8 kimyon ve %0.025 starter kültür (*Pediococcus pentosaceus* ve *Staphylococcus carnosus* karışımı, Chr-Hansen, Almanya)'den oluşmuştur. Et ve yağ 12 mm çapında ayna kullanılarak kıyma makinesinde (Arı Torna Ltd. Şti., İstanbul) kuşbaşı çekilmiş ve 7 gruba ayrılmıştır. Birinci gruba nitrit ilave edilmemiş ve kontrol (K) grubu olarak ayrılmıştır. İkinci gruba %0.0075 kimyasal nitrit (KN1), üçüncü gruba %0.015 kimyasal nitrit (KN2), dördüncü gruba %0.05 kereviz suyu konsantresi (KSK1), beşinci gruba %0.1 kereviz suyu konsantresi (KSK2), altıncı gruba %0.03 havuç suyu konsantresi (HSK1) ve yedinci gruba %0.06 havuç suyu konsantresi (HSK2) ilave edilmiştir. Sucuk hamurları, 4°C'de 18 saat bekletildikten sonra, 4 mm çapında ayna kullanılarak kıyma

makinesinden (Arı Torna Ltd. Şti., İstanbul) çekilmiş, 36 mm çapındaki kolajen kılıflara doldurulmuş, bağlanmış ve askılara asılarak duşlanmış ve yaklaşık 6 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra sucuk kangalları olgunlaştırma kabinine (Biogen Ltd. Şti, Ankara) alınarak 25°C’de ve %85-90 bağıl nemde 1 gün, 22-24°C’de ve %80-85 bağıl nemde 3 gün, 20-22°C de ve %75-80 bağıl nemde 3 gün, 18°C’de ve %70-75 bağıl nemde 3 gün ve 5°C’de %65 bağıl nemde 1 gün bekletilerek fermente sucuk üretimi gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.1 Fermente ve ısıtma işlem görmüş sucuk üretiminde kullanılan formülasyon (%)

Bileşen	K*	KN1	KN2	KSK1	KSK2	HSK1	HSK2
Kırmızı et	79.0	79.0	79.0	79.0	79.0	79.0	79.0
Hayvansal yağ	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Tuz	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Sarımsak	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Sakkaroz	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Acı kırmızı biber	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Tatlı kırmızı biber	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Karabiber	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Kimyon	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Sodyum nitrit	0	0.015	0.0075	0	0	0	0
Siyah Havuç Suyu Kons.	0	0	0	0	0	0.026	0.052
Kereviz Suyu Kons.	0	0	0	0.046	0.092	0	0
Starter Kültür	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025

* K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

Isıl işlem görmüş sucuk üretimi, Çizelge 3.1’de verilen formülasyona göre hazırlanmış ve oluşturulan gruplar, 25°C de ve %85-90 bağıl nemde 1 gün, 22°C’de ve %85-90 bağıl nemde 3 gün bekletildikten sonra pişirme kabinine alınarak (Schöller, Almanya) ısıtma işlem uygulanmıştır. Sıcaklık kademeli olarak arttırılarak, merkez sıcaklık 68°C’ye ulaşıncaya bu sıcaklıkta 10 dakika tutulmuştur. Isıl işlem sonrası sucuk grupları bekletilmeden 20 dakika süreyle soğuk su püskürtülerek sıcaklıkları 16°C’ye düşürülmüş ve bu sıcaklıkta 12 saat kurutulmuştur. Üretimi tamamlanan fermente ve ısıtma işlem görmüş sucuklar, vakum ambalajlanarak 4°C’de 3 ay depolanmıştır.

3.2.3 Nem, protein, yağ ve kül içerikleri

Nem, protein, yağ ve kül analizleri AOAC'da (2000) anlatılan yöntemlere göre yapılmıştır. Nem miktarını belirlemek amacıyla yaklaşık 5 g örnek 0.001 hassasiyette, daha önce $105\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de sabit ağırlığa getirilen ve darası alınan cam kuru madde kaplarına tartılmış, aynı sıcaklıktaki kurutma dolabında yaklaşık 18 saat kurutulmuş, desikatörde soğutulmuş ve hassas olarak tartılmıştır. Nem miktarı, meydana gelen ağırlık kaybından % olarak hesaplanmıştır.

Sucuk örneklerinin % azot miktarları Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiş ve 6.25 faktörü ile çarpılarak % protein miktarı hesaplanmıştır.

Sucuk örneklerinin yağ miktarları, kurutularak suyu uçurulan örneklerde Soxhlet yöntemi kullanılarak belirlenmiş ve % olarak hesaplanmıştır. Yağ çözücü olarak, petrol eteri kullanılmıştır.

Kül analizi için, daha önce 550°C 'de sabit ağırlığa getirilen, desikatörde soğutulan ve 0.001 hassasiyette darası alınan kül krozesine yaklaşık 3 g örnek tartılmış, $105\pm1^{\circ}\text{C}$ 'deki kurutma dolabında suyunu uçurmak üzere yaklaşık 8-10 saat kurutulmuştur. Kül fırınına alınan krozelerin sıcaklığı kademeli olarak yükselttilerek örnek yakılmış ve en son 550°C 'de içerik gri-beyaz renk alana kadar bekletilmiştir. Daha sonra krozeler desikatörde soğutularak hassas terazide tartılmıştır. Kül miktarı, meydana gelen ağırlık kaybından % olarak hesaplanmıştır.

3.2.4 pH değeri ve titrasyon asitliği

Sucuk örneğinden 10 g tartılmış, üzerine 100 ml destile su ilave edilerek manyetik karıştırıcıda yaklaşık 10 dakika karıştırılmıştır. Elde edilen çözeltinin pH'sı uygun tampon çözeltilerle (pH 4 ve pH 7) kalibre edilmiş pH metrede (Hanna Ins. HI221, İtalya) ölçülmüştür (Gökalp vd. 1993).

Titrasyon asitliği için, 10 g örnek 200 ml destile su ile homojenize edilmiş, 250 ml'lik ölçülü balona yıkanarak aktarılmış ve çizgisine tamamlanmıştır. İçerik, filtre kağıdından (Whatman No. 54) filtre edilmiş ve filtrattan 25 ml alınıp üzerine 50-75 ml destile su ilave edilmiştir. Karışım, fenol fitaleyn indikatörü ilave edilerek, kesin normalitesi bilinen 0.01 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiştir. Örneklerin titrasyon asitliği miktarı laktik asit cinsinden aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Gökalp vd. 1993).

$$\text{Titrasyon asitliği (\%)} = \frac{V \times N \times 90}{M}$$

Burada:

V: Titrasyonda harcanan NaOH miktarı (ml),

N: NaOH çözeltisinin kesin normalitesi,

M: Örnek miktarı (g).

3.2.5 CIE L^* , a^* ve b^* renk değerleri

Örneklerin yüzey renk değerleri (L^* açıklık/koyuluk, a^* kırmızılık, b^* sarılık) reflektans kolorimetre cihazı (Minolta CR-300, Osaka, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. Renk ölçümü sucuk kesit yüzeyinde dört farklı noktada yapılmış ve aritmetik ortalaması alınarak hesaplanmıştır (Soyer vd. 2005).

3.2.6 Kürlenmiş ve toplam pigment miktarı

Kür pigmenti miktarını belirlemek amacıyla, 10 g sucuk örneği tartılmış ve 125 ml'lik Erlenmayere aktararak üzerine 40 ml aseton ve 3 ml deiyonize su ilave edilmiştir. Karışım homojenizatör (IKA-Ultra Turrax T25, Almanya) kullanılarak yüksek ayarda 1 dakika homojenize edilmiştir. Homojenize örnek bekletilmeksizin Whatman No:42 filtre kağıdından filtre edilmiş ve absorbansı spektrofotometrede (Labomed UVD-3200, CA, ABD) 540 nm'de ölçülmüştür. Şahit ölçüm ise %80 aseton ve %20 sudan oluşmuştur. Deneyler ışık kaynaklı pigment değişimlerini önlemek için ışığı azaltılmış ortamda

yapılmıştır. Kürlenmiş pigment konsantrasyonunu hesaplamak için “ $A_{540 \times 290}$ ” eşitliği kullanılmıştır (Hornsey 1956, Trout 1989, Hunt vd. 1991).

Toplam pigment miktarı için, 10 g sucuk  rneği tartılmış ve 125 ml’ lik Erlenmayere aktararak üzerine 40 ml aseton, 2 ml deiyonize su ve 1 ml konsantre HCl ilave edilmiştir. Karışım homojenizatör (IKA-Ultra Turrax T25, Almanya) kullanılarak yüksek ayarda 1 dakika homojenize edilmiştir. Erlenmayer tapa ile kapatılmış ve karanlık ortamda 1 saat bekletilmiştir. Bu uygulama tüm pigmentlerin tek bir forma dönüşmesini sağlamıştır. Süre bitiminde örnek süratle Whatman No:42 filtre kağıdı kullanılarak filtre edilmiş ve spektrofotometrede (Labomed UVD-3200, CA, ABD) absorbans 640 nm’de  l  lm ştir. şahit ölçüm %80 aseton, %18 Su ve %2 HCl’ den oluşmuştur. Toplam pigment miktarı “ $A_{640 \times 680}$ ” eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır. Kontrol amaçlı olarak absorbans 512 nm’ de ölçülmüş ve pigmentlerin tek bir forma dönüştüğünden emin olmak için 512 nm’ deki absorbansın, 640 nm ’deki absorbansa oranının 1.9 ’dan fazla olmamasına dikkat edilmiştir (Hornsey 1956, Trout 1989 ve Hunt vd. 1991).

3.2.7 Kalıntı nitrat ve nitrit

Nitrat ve nitritin tanımlanması ve miktarlarının hesaplanmasında “yüksek performanslı sıvı kromatografi” cihazından (HPLC, Agilent 1200 serisi, Waldbronn, Almanya) yararlanılmıştır. Kullanılan HPLC sistemi; ikili (binary) pompa, foto diyoderey dedektörü (PDA, photo dioderay dedector), 4 C’ye inebilen soğutma sistemine sahip oto-örnekleyici (auto-sampler), gaz giderici (degasser) ve kolon fırınından (thermostatted column compartment) oluşmaktadır. Elde edilen kromatogramlar "ChemStation rev.B.02.01" paket programı ile değerlendirilmiştir.

Sucuk örneklerinde kalıntı nitrat ve nitrit analizleri, Hsu vd. (2009) ve Marten ve Harms (2007) tarafından  nerilen HPLC yöntemine göre yapılmıştır. Bu amaçla 10 g sucuk  rneği tartılmış ve 150 ml destile su ile bir dakika homojenize edilmiştir (IKA-Ultra Turrax T25, Almanya). İçerik, 250 ml’lik ölçülü balona aktararak deiyonize su ile çizgisine tamamlanarak, 80 C’deki su banyosunda (Memmert WB 14, Schwabach, Almanya) 20 dakika bekletilmiştir. Oda sıcaklığına soğutulan örnekler önce kaba

filtreden, daha sonra 0.45 µm membran filtreden (Sartorius) geçirilerek cihaza enjekte edilmiştir. Analizde uygulanan çalışma koşulları şu şekildedir;

- **Kullanılan Kolon:** Phenomenex Gemini C₁₈ 118A (250 x 4,6 mm, 5 µm) Kolon (Phenomenex, Los Angeles, CA, USA).
- **Koruyucu Kolon:** Carbo-H Koruyucu Kolon (4 x 3 mm, 8 µm) (Phenomenex, Los Angeles, CA, USA).
- **Enjeksiyon Hacmi:** 10 µl.
- **Akış Hızı:** 1 mL/dakika
- **Dalgaboyu:** UV-210 nm
- **Mobil Faz:**
Mobil Faz A (%50): 0,01 M n-octylamine (Aldrich, O5802), pH 4'e ayarlanmış
Mobil Faz B (%50): 5 mM tetrabutylammonium hydrogen sulphate (Fluka, 86853) pH 6,5 e ayarlı
- **Kolon Sıcaklığı:** 40°C

Analiz süresince elde edilen nitrat/nitrit pikleri, standart nitrat/nitrit piklerinin geliş süreleri (retention time) ile karşılaştırılarak tanımlanmıştır. Tanımlanan pikler, ilgili nitrat/nitrit standartlarından yararlanılarak elde edilmiş “standart eğriler” kullanılarak, sucuk örneklerinde bulunan nitrat/nitrit düzeyleri belirlenmiştir (Ek 2, Ek 3).

3.2.8 Biyojen amin

Biyojen aminlerin tanımlanması ve miktarlarının hesaplanmasında “yüksek performanslı sıvı kromatografi” cihazından (HPLC, Agilent 1200 serisi, Waldbronn, Almanya) yararlanılmıştır. Kullanılan HPLC sistemi; ikili (binary) pompa, foto diyoderey dedektörü (PDA, photo dioderay dedector), 4°C'ye inebilen soğutma sistemine sahip oto-örnekleyici (auto-sampler), gaz giderici (degasser) ve kolon fırınından (thermostatted column compartment) oluşmaktadır. Elde edilen kromatogramlar "ChemStation rev.B.02.01" yazılım programı ile değerlendirilmiştir.

Biyojen aminlerin tanımlanmasında ve miktarlarının belirlenmesinde standart madde olarak; tryptamine hydrochloride (Sigma, 246557), 2-phenylethylamine hydrochloride (Aldrich, P6513), putrescine dihydrochloride (Sigma, P5780), cadaverine dihydrochloride (Sigma, 33220), histamine dihydrochloride (Sigma, M7780), tyramine hydrochloride (Sigma, 246557), spermidine trihydrochloride (Sigma, 85578), spermine tetrahydrochloride (Sigma, 85605) ve internal standart olarak 1,7-diaminoheptane (Sigma, D17408) kullanılmıştır.

Stok amin standart çözeltilerini hazırlamak amacıyla; 60 mg tryptamine hydrochloride, 70 mg 2-phenylethylamine hydrochloride, 90 mg putrescine dihydrochloride, 90 mg cadaverine dihydrochloride, 80 mg histamine dihydrochloride, 60 mg tyramine hydrochloride, 120 mg spermidine trihydrochloride ve 130 mg spermine tetrahydrochloride hassas terazide tartılarak 50 ml'lik ölçülü balona alınmış ve destile su ile çözündürülerek çizgisine tamamlanmıştır. Hazırlanan stok çözeltiler kullanılabildiği kadar 4°C'de saklanmıştır.

1,7-diaminoheptane (internal standart), 50 mg tartılarak 50 ml'lik ölçülü balona alınmış ve destile suda çözündürülerek çizgisine tamamlanmıştır. Bu çözelti de kullanılabildiği kadar 4°C'de saklanmıştır. Türevlendirme ajanı olarak kullanılan dansyl chloride ise 10 mg'ı 1 ml asetonda çözündürülerek hazırlanmış ve her analizde yeniden hazırlanarak ışıktan uzak tutulmuştur. HPLC analizinde kullanılan mobil fazlardan amonyum asetat ise (Merck, 101116), 7.7 g tartılarak, hacim 1000 ml'ye tamamlanmıştır.

Biyojen aminlerin analizi, Eerola vd. (1993) tarafından önerilen HPLC yöntemine göre yapılmıştır. Çalışmada başlıca putresin, kadaverin, histamin, tiramin, spermidin, spermin, triptamin ve 2-feniletilamin düzeyleri belirlenmiştir. 2 g sucuk örneği test tüpüne tartılmış ve 125 µl internal standart ile 10 ml 0.4 M perklorik asit ilave edilerek homojenizatörde (IKA-Ultra Turrax T25, Almanya) homojenize edildikten sonra 3000 rpm'de 10 dakika santrifüj (Hermle Z326K, Almanya) edilmiştir. Süpernatant 25 ml'lik ölçülü balona filtreden geçirilerek aktarılmış, kalan tortu üzerine tekrar 10 ml 0.4 M perklorik asit ilave edilerek vortekste (IKA MS3 Basic, Almanya) karıştırılmış ve tekrar 3000 rpm'de 10 dakika santrifüj (IKA-Ultra Turrax T25, Almanya) edilmiştir. Tekrar süpernatant

filtreden geçirilerek 25 ml'lik ölçülü balona aktarılmış ve 0.4 M perklorik asit kullanılarak 25 ml' ye tamamlanmıştır.

Ekstraktan 1 ml 5 ml' lik ölçülü balona alınmış ve karışımı ışıktan korumak amacıyla ölçülü balonun etrafı alüminyum folyo ile sarılmıştır. Ekstrakt üzerine ortamı alkali yapmak için 200 µl 2 N NaOH, ortamı tamponlamak amacıyla da 300 µl doymuş sodyum bikarbonat çözeltisi ve türevlendirmek amacıyla da 2 ml dansyl chloride (Merck, 311155, Almanya) ilave edilmiştir. Türevlendirme reaksiyonunun gerçekleşmesi için 40°C'deki su banyosunda (Memmert WB 14, Schwabach, Almanya) 45 dakika bekletilmiş, süre sonunda kalıntı dansyl chloride'i uzaklaştırmak için 100 µl amonyak ilave edilmiş ve 40°C'deki su banyosunda (Memmert WB 14, Schwabach, Almanya) 30 dakika daha bekletilmiştir. Süre sonunda hacim, asetonitril ile 5 ml' ye tamamlanmış ve 2500 rpm 'de 5 dakika santrifüj (Hermle Z326K, Almanya) edilmiştir. Süpernatant 0.45 µm membran filtreden (Sartorius) geçirilerek cihaza enjekte edilmiştir. HPLC analizinde kullanılan çalışma koşulları ise aşağıda verilmiştir;

- **Kullanılan Kolon:** Phenomenex Luna C₁₈ (250 x 4,6 mm, 5 µm) Kolon (Phenomenex, Los Angeles, CA, USA).
- **Koruyucu Kolon:** Carbo-H Koruyucu Kolon (4 x 3 mm, 8 µm)(Phenomenex, Los Angeles, CA, USA).
- **Akış Hızı:** 1 ml/dakika
- **Çalışma Sıcaklığı:** 40°C
- **Enjeksiyon Hacmi:** 20 µL
- **Çalışma Dalgaboyu:** 254 nm
- **Referans Dalgaboyu:** 550 nm
- **Çalışma Süresi:** 30 dakika
- **İki Analiz Arası Bekleme Süresi:** 10 dakika
- Uygulanan elüsyon profili Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2 HPLC ile biyojen amin dağılımını belirlemek için uygulanan elüsyon profili

Süre (Dakika)	%A*	%B*
0	60	40
6	40	60
19	10	90
30	5	95

* A: Amonyum Asetat; B: Asetonitril

Biyojen aminlerin miktarının hesaplanmasında standart eğrilerden ve kromatogramlardan faydalanarak (Ek 5) şu formül kullanılmıştır;

$$\text{Biyojen Amin Miktarı (mg/kg)} = 125 \times \frac{(H_u \times RF_u \times C_{ISDT})}{(H_{ISDT} \times RF_{ISDT} \times W_s)}$$

H_u : Tanımlanan biyojen aminin pik yüksekliği

RF_u : Tanımlanan biyojen aminin response faktörü

C_{ISDT} : İlave edilen internal standardın konsantrasyonu

H_{ISDT} : Internal standardın pik yüksekliği

RF_{ISDT} : İç standardın response faktörü

W_s : Örnek ağırlığı

3.2.9 Tiyoarbiturik asit (TBA) değeri

TBA değerini belirlemek amacıyla, sucuk örneğinden 5 g hassas şekilde tartılarak, 50 ml'lik falkon tüp içerisine tartılmış ve 15 ml destile su ile Ultra-Turrax (IKA-T25, Almanya) kullanılarak yüksek hızda 15 saniye homojenize edilmiştir. Örnek 2000 g'de 10 dakika santrifüjlendikten (Hermle Z326K, Almanya) sonra 1 ml süpernatant cam test tüpüne aktarılmış ve üzerine 2 ml TCA-TBA-HCl (%15 w/v TCA, %0.375 w/v TCA, 0.25 M HCl) reaktifinden katılarak renk gelişimi için kaynar su banyosunda (WNB 7-45, Memmert, Almanya) 15 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda tüpler hızla soğutulmuş ve 2000 g'de 15 dakika santrifüjlenmiştir. Ölçüm yapılmadan önce örneğin berrak olup olmadığı kontrol edilmiştir. Süpernatantın absorbansı 531 nm dalga boyunda şahit çözeltiye (1 ml destile su ve 2 ml TCA-TBA-HCl reaktifi) karşı spektrofotometrede (Labomed UVD-3200, CA, ABD) okunmuştur. TBA değeri 1,1,3,3-tetra-etoksipropan (TEP) standardı kullanılarak çizilen kurve (Ek 4) denkleminde mg MA (malondialdehit)/kg olarak hesaplanmıştır (Ahn vd. 1998).

3.2.10 Uçucu aroma bileşikleri

Uçucu aroma bileşenleri analizi için yapılan ön denemeler doğrultusunda yaklaşık 3 g örnek 20 ml'lik küçük şişelere (headspace vialleri) alınarak ağzı hava sızdırmaz teflon kapakla kapatılmıştır. Şişeler, 35 °C'da 30 dakika bekletilerek örneğin dengeye gelmesi sağlanmıştır. Daha sonra katı faz mikroekstraksiyon için fiber (adsorbant olarak 85 µm kalınlığında karboksen/polidimetilsiloksan (CARB-PDMS)) şişeye daldırılmış ve 90 dakika süre ile tepe boşluğundaki uçucu bileşenleri adsorbe etmiştir. Son olarak fiber, gaz kromatografi cihazının enjeksiyon portunda 60 dakika süre ile bekletilerek yakalanan uçucu bileşenleri desorbe ederek GC-MS sistemi kolonuna göndermiştir.

Uçucu aroma bileşenleri analizinde FID dedektör donanımlı Hewlett Packard 7890 gaz kromatografi cihazı ile kombine HP 5975 MS dedektörü kullanılmıştır. Analizlerde DB-624 (30m uzunluğunda, 0.25mm iç çapında, 1.4 µm film kalınlığında) kapiler kolon kullanılmıştır. Çalışma koşulları aşağıda verilmiştir.

- **Enjeksiyon bloğu sıcaklığı:** 250°C
- **Dedektör sıcaklığı:** 250°C
- **Taşıyıcı gaz:** Helyum
- **Akış hızı:** 1 ml/dakika
- **MS kaynağının sıcaklığı:** 230°C
- **MS kuadropol sıcaklığı:** 150°C
- **Enjeksiyon modu:** Bölünmesiz (Splitless)
- **Fırın sıcaklık programı:**
 - 40°C 5 dak
 - 40°C'dan 110°C'a kadar dakikada 3°C artacak şekilde
 - 110°C'dan 150°C'a kadar dakikada 4°C artacak şekilde
 - 150°C'dan 210°C'a kadar dakikada 10°C artacak şekilde
 - 210°C'da 12 dakika tutulmuştur.
- **Elektron enerjisi:** 70 eV
- **Kütle aralığı:** 41-400 atomik kütle ünitesi

GC/MS analizleri yapılan bileşenlerin tanımlamaları Wiley ve NIST kütüphanelerindeki bilgiler ile karşılaştırma yapılarak teşhisler yapılmıştır. En son olarak alifatik hidrokarbon standart maddeleri (C4-C20) verilerek Kovats indeks (Lineer retention indeks) değerleri hesaplanmış ve bu da tanımlamada ayrıca kullanılmıştır.

3.2.11 Mikrobiyolojik analiz

Mikrobiyolojik analizler, AOAC'da (1998) belirtilen yöntemlere göre yapılmıştır. Örneklerin homojenizasyonunda ve dilüsyonların hazırlanmasında %1 pepton ve %0.5 NaCl çözeltisi kullanılmıştır. 10 gram örnek, 90 mL %1'lik peptonlu su içerisinde Stomacher'de homojenize edilmiştir ve elde edilen homojenat uygun dilüsyonlarda plaklara dağıtılmıştır.

Toplam mezofil aerobik bakteri (TMAB) sayısı için, "Plate Count Agar (PCA)" (M105463, Merck, Darmstadth, Almanya) besiyeri kullanılmıştır. Ekim yapılan plaklar 30°C'de 72 saat inkübasyona bırakılmıştır. Laktik asit bakteri (LAB) sayısı için, de Man Rogosa and Sharpe MRS agar (M110660, Merck, Darmstadth, Almanya) besiyeri kullanılmış ve anaerobik ortam oluşturmak için çift kat besiyeri eklenmiştir. Ekim yapılan plaklar, 30°C'de 72 saat inkübe edilmiştir. Mikrokok-stafilokok bakteri (MSB) sayımı için Baird Parker Agar (BPA) (M105406, Merck, Darstadth, Almanya) kullanılmıştır. BPA agar, Egg Yolk Tellurit (M103785, Merck, Darmstadth, Almanya) ile zenginleştirilmiştir. Ekim yapılan plaklar, 35°C'de 48 saat inkübe edilmiştir. *Enterobacteriaceae* yükünün belirlenmesinde Violet Red Bile glukoz Agar (VRBGA) (M110275, Merck, Darmstadth, Almanya) besiyeri kullanılmış ve petriler 35°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır.

3.2.12 Duyusal analiz

Sucuk örnekleri üretimin sonunda ve 3 aylık depolama sırasında aylık periyotlarda çiğ ve pişmiş olarak 7 kişilik panelist grubu tarafından değerlendirilmiştir. Panelistler değerlendirilecek kriterler konusunda önceden bilgilendirilmiş, depolama süresince

değerlendirmenin aynı panelistler tarafından yapılması sağlanmıştır. Çiğ ve pişmiş sucuk örnekleri koku, renk, tat, tekstür ve genel beğeni yönlerinden Ek-1’de verilen form kullanılarak değerlendirilmiştir. Duyusal özellikler, 10 puanlık hedonik ölçek kullanılarak, en iyi algılanan özellik 10 puan, en kötü algılanan özellik 1 puan olarak değerlendirilmiştir (Soyer 2005). Sucuk kangalı kılıf uzaklaştırıldıktan sonra 3 mm kalınlıkta dilimlenmiştir. Çiğ sucuk değerlendirmesi için bir dilim sucuk ağzı kapalı plastik kaplarda panelistlere sunulmuştur. Pişmiş sucuklar ise 1.5 dakika bir taraf, 1 dakika diğer taraf olmak üzere ızgara fırında kızartılarak kapaklı kaplara alınmış ve sıcak olarak panelistlere sunulmuştur. Değerlendirme, önceden havalandırılmış duyusal analiz laboratuvarında sarı ışık altında yapılmıştır. Panelistlerden, bir önceki örneğin koku hissini gidermek için su ve kahve koklamaları, örnekler arasındaki tat etkisini gidermek için ise su ve tuzsuz galeta tüketmeleri istenmiştir.

3.2.13 İstatistik analiz

Fermente ve ısıl işlem görmüş sucukların pH, titrasyon asitliği, L^* , a^* , b^* , kür pigmenti, toplam pigment, TBA, kalıntı nitrat ve nitrit, biyojen amin, aroma ve mikrobiyolojik kriterlerindeki değişimler üzerine farklı nitrat/nitrit kaynaklarının, farklı konsantrasyonların etkileri (7 grup: nitrit içermeyen kontrol, 75 ve 150 ppm kimyasal nitrit ve 75 ve 150 ppm nitrit içerecek düzeyde HSK ve KSK) üretim ve depolama sırasında istatistik olarak değerlendirilmiştir. Sucukların bileşimi her iki üretim şeklinde de sadece hamurda, üretim ve depolama sonunda belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme üretimin sonunda ve depolamanın 1., 2. ve 3. aylarında yapılmıştır.

Denemede, üretim ve depolama süresince, geleneksel ve ısıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda nitrit kaynağının etkisi tesadüf blokları deneme tertibinde faktöriyel düzende varyans analizi tekniği uygulanarak değerlendirilmiştir (Minitab 18). Gerek üretim sürelerinin gerekse üretim yöntemindeki farklılıklar nedeniyle fermente sucuklar ve ısıl işlem görmüş sucuklar ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Fermente sucuk üretiminde; zaman faktörünün 5 seviyesi (0., 3., 6., 9. ve 12. günler) ve uygulamanın 7 seviyesi (K, KN1, KN2, KSK1, KSK2, HSK1 ve HSK2), sucukların depolanmasında; zaman faktörünün 4 seviyesi (0., 1., 2. ve 3. aylar) ve uygulamanın 7 seviyesi dikkate alınmıştır. Isıl işlem

uygulanarak sucuk üretiminde; zaman faktörünün 3 seviyesi (0., 3. ve 4. günler) ve uygulamanın 7 seviyesi (K, KN1, KN2, KSK1, KSK2, HSK1 ve HSK2), ısıt işlem görmüş sucukların depolanmasında; zaman faktörünün 4 seviyesi (0., 1., 2. ve 3. aylar) ve uygulamanın 7 seviyesi dikkate alınmıştır. Gruplar arası farkın tespiti için çoklu karşılaştırma testlerinden Duncan testi (MSTAT) kullanılmıştır (Steel ve Torrie 1980). Çalışmada, fermente sucuk üretiminde sadece bir hayvandan elde edilen sağ ve sol döş etleri tekerrür olarak kullanılmış, ısıt işlem görmüş sucuk üretiminde de farklı zamanda alınan aynı ırk ve yaştaki sığırın sağ ve sol etleri tekerrür olarak kullanılmıştır. İstatistik değerlendirme iki tekerrür ortalaması dikkate alınarak yapılmıştır. Her tekerrürde analizler iki paralel yapılmıştır. Fermente ve ısıt işlem görmüş sucuklarda yapılan varyans analizinden elde edilen sonuçlar EK. 8 ve EK. 9 'da verilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Bitkisel Nitrat/Nitrit Kaynağı İlave Edilen Fermente Sucuklarda Meydana Gelen Değişimler

4.1.1 Nem, protein, yağ ve kül miktarı

Farklı düzeylerde kimyasal ve bitkisel nitrit kaynakları ilave edilerek üretilen fermente sucuklarda nem, yağ, protein ve kül miktarına ait bulgular çizelge 4.1’de verilmiştir. Sucuklarda fermentasyon ve kuruma sürecinde nem miktarında azalma, kuru maddeyi oluşturan yağ, protein ve kül miktarlarında ise artış beklenir (Soyer vd. 2005). Nitekim sucuk hamurunda nem, yağ, protein ve kül miktarları sırasıyla %58.33-58.99, %18.40-19.33, %17.60-19.21 ve %1.97-2.12 arasında değişmiştir. 12 günlük üretim sonunda sucuklarda kurumaya bağlı olarak nem miktarında azalma, protein, yağ ve kül miktarlarında ise artış meydana gelmiştir. Son üründe nem, yağ, protein ve kül miktarları sırasıyla %35.33-36.46, %34.38-37.72, %22.22-22.94 ve %3.38-3.50 arasında değişmiştir.

Vakum ambalajlanarak depolanan sucuklarda 3 ay sonunda nem miktarlarında %1.4-2.8 düzeylerinde azalma gözlenmiştir. Bu durum vakum ambalajın nem geçirgenliğine bağlı olarak üründen nem kaybı olması ile açıklanabilir. Buna bağlı olarak sucukların yağ, protein ve kül miktarlarında da oransal artışlar olmuştur. Depolama sonunda sucukların nem, yağ, protein ve kül miktarları sırasıyla %33.42-34.13, %33.76-37.90, %23.30-23.80 ve %3.82-4.18 aralığında değişmiştir. Fermente sucukların bileşimine süre ve uygulamanın birlikte etkisi önemli düzeyde bulunmuştur ($p<0.01$). Her bir grupta sürenin etkisi her bir üretim döneminde nem düzeylerinde azalma, protein düzeylerinde artma şeklinde önemli ($p<0.01$) olmuştur. Diğer yandan her bir üretim süresinde grupların nem, protein ve kül miktarları arasındaki farklar önemli düzeylerde olmamıştır ($p>0.01$). Bu da farklı nitrat/nitrit kaynağı ilavesinin sucukların bileşimini etkilemediğini göstermektedir. Sucukların yağ miktarı tüm gruplarda nem kaybına bağlı olarak üretim sonunda önemli düzeyde ($p<0.01$) artış gösterirken, üretim ve depolama sonunda elde edilen değerler arasında ise hiçbir grupta önemli bir fark gözlenmemiştir ($p>0.01$).

Çizelge 4.1 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda üretim ve depolama sırasında nem, yağ, protein ve kül miktarında meydana gelen değişimler (%)

Üretim Aşaması	K*	KN1*	KN2*	HSK1*	HSK2*	KSK1*	KSK2*
Nem Miktarı^{1,2}							
Hamur	58.63±0.05 ^{Aa}	58.99±0.01 ^{Aa}	58.90±0.07 ^{Aa}	58.33±0.47 ^{Aa}	58.46±0.13 ^{Aa}	58.71±0.25 ^{Aa}	58.77±0.40 ^{Aa}
Üretim Sonu	35.40±0.01 ^{Ab}	35.65±0.08 ^{Ab}	36.16±0.10 ^{Ab}	36.11±0.03 ^{Ab}	36.34±0.01 ^{Ab}	36.46±0.25 ^{Ab}	35.33±0.16 ^{Ab}
Depolama Sonu	34.01±0.03 ^{Ac}	33.72±0.04 ^{Ac}	33.50±0.17 ^{Ac}	34.13±0.10 ^{Ac}	33.42±0.04 ^{Ac}	33.69±0.06 ^{Ac}	33.90±0.17 ^{Ac}
Yağ Miktarı^{1,2}							
Hamur	18.45±0.26 ^{Ab}	18.91±0.81 ^{Ab}	19.33±0.32 ^{Ab}	18.74±0.39 ^{Ab}	18.57±0.64 ^{Ab}	18.78±0.31 ^{Ab}	18.40±0.43 ^{Ab}
Üretim Sonu	36.11±0.58 ^{ABa}	36.03±0.20 ^{ABa}	37.27±0.82 ^{Aa}	35.28±0.81 ^{BCa}	37.72±0.53 ^{Aa}	34.38±0.96 ^{Ca}	36.94±0.53 ^{ABa}
Depolama Sonu	34.50±0.75 ^{Ca}	37.57±0.59 ^{Aa}	37.90±0.42 ^{Aa}	36.40±0.24 ^{ABa}	37.04±0.36 ^{ABa}	33.76±0.68 ^{Ca}	35.39±0.70 ^{BCa}
Protein Miktarı^{1,2}							
Hamur	19.21±0.47 ^{Ac}	18.24±0.63 ^{Ac}	18.42±0.40 ^{Ac}	19.09±0.56 ^{Ac}	17.60±0.73 ^{Ab}	18.98±0.25 ^{Ac}	19.00±0.16 ^{Ac}
Üretim Sonu	22.22±0.18 ^{Ab}	22.53±0.05 ^{Ab}	22.22±0.04 ^{Ab}	22.55±0.02 ^{Ab}	22.63±0.23 ^{Aa}	22.94±0.08 ^{Ab}	22.39±0.37 ^{Ab}
Depolama Sonu	23.47±0.08 ^{Aa}	23.69±0.08 ^{Aa}	23.81±0.01 ^{Aa}	23.30±0.31 ^{Aa}	23.32±0.47 ^{Ab}	23.80±0.12 ^{Aa}	23.78±0.06 ^{Aa}
Kül Miktarı^{1,2}							
Hamur	1.97±0.06 ^{Ac}	2.11±0.04 ^{Ac}	2.10±0.06 ^{Ab}	2.09±0.07 ^{Ab}	2.12±0.04 ^{Ab}	2.03±0.05 ^{Ab}	2.08±0.04 ^{Ab}
Üretim Sonu	3.41±0.04 ^{Ab}	3.43±0.07 ^{Ab}	3.49±0.06 ^{Aa}	3.50±0.09 ^{Aa}	3.46±0.07 ^{Aa}	3.38±0.09 ^a	3.48±0.04 ^{Aa}
Depolama Sonu	4.18±0.14 ^{Aa}	4.17±0.08 ^{Aa}	3.94±0.10 ^{Aa}	3.82±0.04 ^{Aa}	3.87±0.08 ^{Aa}	3.90±0.03 ^{Aa}	4.07±0.12 ^{Aa}

* K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

¹ Sonuçlar iki tekrerrör ortalaması ± standart sapması olarak verilmiştir.

² Her bir sütunda farklı harfleri taşıyan (a,b,c,...,↓) ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

³ Her bir satırda (A,B,C,...→) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

Üretim ve depolama sonunda bazı grupların yağ miktarları arasındaki farklılık önemli bulunsa da bu farklılığın örneksel olduğu düşünülmektedir.

Yıldız Turp ve Serdaroglu (2008), fermente sucuk örneklerinde, sucuk hamurunda nem miktarını %55.3-56.5, yağ miktarını %21.9-24.1, protein miktarını %14.2-16.5 olarak belirlerken, 12 günlük üretim süresi sonunda nem miktarını %34.5-42.4, yağ miktarını %34.3-35.9 ve protein miktarını da %22.0-25.8 olarak belirlemişlerdir. Dalmış ve Soyer (2008), geleneksel fermente sucuklarda sucuk hamurunda nem oranının %58.69-60.12 arasında değişen nem miktarının 9 gün üretim süresi sonunda %43.36-39.45 arasına indiğini ve 90 gün depolama süresi sonunda ise %38.70-35.06 düzeyinde olduğunu belirlemişlerdir. Kayaardı ve Gök (2003), fermente sucuk örneklerinde, sucuk hamurunda nem miktarını ortalama %59.14, yağ miktarını ortalama %19.83 ve kül miktarını ortalama %3.00 olarak belirlerken, 21 günlük üretim süresi sonunda nem miktarının %36.49'a düştüğünü, yağ miktarının %26.19'a, kül miktarının ise %5.51'e yükseldiğini belirlemişlerdir. Ekici vd. (2015), siyah havuç suyu konsantresi içeren sucuk örneklerinde, son üründe nem miktarının %35.8-38.1 arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Bu çalışmada elde edilen bulgularla literatür bulguları uyumludur. Çalışmalar arasında nem, protein, yağ ve kül miktarı bakımından oransal farklılıklar olsa da bu farklılıklar muhtemelen kullanılan hammadde ve üretim tekniklerindeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Ancak söz konusu bileşenlerde üretim ve depolama sırasında meydana gelen değişimler söz konusu çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar nem, protein, yağ ve kül miktarı bakımından fermente sucuklarda bitkisel nitrat/nitrit kaynağı ilavesinin, incelenen özellikler bakımından kimyasal nitrit kullanımıyla benzer özellikler sağladığını göstermektedir.

4.1.2 pH ve titrasyon asitliği değerleri

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında pH değerlerinde meydana gelen değişim, çizelge 4.2'de verilmiştir. Uygulama gruplarında, sucuk hamurunda pH değeri 5.61-5.64 arasında değişmiştir. Sucuk hamuruna ilave edilen laktik asit bakterilerinin (LAB) ortama hakim

Çizelge 4.2 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda üretim ve depolama aşamalarında pH ve titrasyon asitliği (% laktik asit) değerinde meydana gelen değişim

Süre	K*	KNI*	KN2*	HSK1*	HSK2*	KSK1*	KSK2*
Gün	pH Üretim ^{1,2}						
0	5.61±0.01 ^a	5.64±0.01 ^a	5.63±0.04 ^a	5.61±0.03 ^a	5.63±0.04 ^a	5.62±0.01 ^a	5.62±0.01 ^a
3	4.82±0.02 ^b	4.74±0.02 ^{cd}	4.81±0.01 ^c	4.79±0.01 ^b	4.77±0.03 ^b	4.77±0.06 ^c	4.79±0.02 ^b
6	4.67±0.05 ^c	4.64±0.03 ^d	4.66±0.03 ^d	4.65±0.01 ^c	4.66±0.01 ^c	4.61±0.01 ^d	4.68±0.04 ^c
9	4.82±0.08 ^b	4.79±0.01 ^c	4.84±0.07 ^c	4.84±0.03 ^b	4.83±0.00 ^b	4.86±0.04 ^{bc}	4.86±0.01 ^b
12	4.92±0.10 ^b	4.90±0.08 ^b	4.96±0.05 ^b	4.84±0.04 ^b	4.85±0.01 ^b	4.91±0.04 ^b	4.81±0.04 ^b
Ay	pH Depolama ^{1,2,3}						
0	4.92±0.10 ^{ABa}	4.90±0.08 ^{ABa}	4.96±0.05 ^{Abb}	4.84±0.04 ^{Bb}	4.85±0.01 ^{ABa}	4.91±0.04 ^{ABb}	4.81±0.04 ^{Bb}
1	4.97±0.03 ^{ABa}	4.96±0.03 ^{ABa}	5.04±0.01 ^{Aa}	4.97±0.02 ^{ABa}	4.88±0.04 ^{Ba}	5.05±0.04 ^{Aa}	4.95±0.04 ^{ABa}
2	4.94±0.05 ^{Aa}	4.92±0.02 ^{Aa}	4.93±0.01 ^{Ab}	4.92±0.03 ^{Aab}	4.89±0.00 ^{Aa}	4.95±0.01 ^{Aab}	4.96±0.03 ^{Aab}
3	5.00±0.01 ^{Aa}	4.89±0.01 ^{Aa}	4.89±0.02 ^{Ab}	4.89±0.04 ^{Aab}	4.89±0.05 ^{Aa}	4.95±0.01 ^{Aab}	4.94±0.03 ^{Aab}
Gün	Titrasyon Asitliği Üretim ^{1,2,3}						
0	0.43±0.00 ^{Ad}	0.41±0.03 ^{Ad}	0.40±0.02 ^{Ad}	0.42±0.01 ^{Ac}	0.40±0.03 ^{Ac}	0.40±0.03 ^{Ad}	0.40±0.02 ^{Ac}
3	0.59±0.04 ^{Ac}	0.57±0.05 ^{Ac}	0.57±0.05 ^{Ac}	0.56±0.03 ^{Ad}	0.58±0.02 ^{Ad}	0.53±0.02 ^{Ac}	0.57±0.05 ^{Ab}
6	0.65±0.00 ^{Bc}	0.68±0.04 ^{ABb}	0.70±0.08 ^{ABb}	0.78±0.02 ^{Ac}	0.78±0.04 ^{Ac}	0.68±0.01 ^{ABb}	0.65±0.04 ^{Bb}
9	0.90±0.00 ^{Ab}	0.86±0.01 ^{Aa}	0.87±0.06 ^{Aa}	0.93±0.06 ^{Ab}	0.90±0.07 ^{Ab}	0.93±0.04 ^{Aa}	0.91±0.04 ^{Aa}
12	1.04±0.01 ^{ABa}	0.95±0.03 ^{Ba}	0.93±0.04 ^{Ba}	1.07±0.02 ^{Aa}	1.01±0.05 ^{ABa}	0.95±0.02 ^{Ba}	1.00±0.04 ^{ABa}
Ay	Titrasyon Asitliği Depolama ^{1,2}						
0	1.04±0.01 ^b	0.95±0.03 ^b	0.93±0.04 ^c	1.07±0.02 ^b	1.01±0.05 ^b	0.95±0.02 ^b	1.00±0.04 ^b
1	1.24±0.02 ^a	1.17±0.07 ^a	1.25±0.10 ^a	1.22±0.00 ^a	1.18±0.01 ^a	1.15±0.01 ^a	1.22±0.03 ^a
2	1.01±0.05 ^b	1.07±0.10 ^{ab}	1.08±0.02 ^b	1.10±0.06 ^{ab}	1.08±0.05 ^{ab}	1.03±0.06 ^{ab}	1.04±0.10 ^b
3	0.95±0.01 ^b	1.03±0.05 ^{ab}	0.97±0.03 ^{bc}	0.98±0.00 ^b	1.04±0.02 ^b	1.03±0.01 ^{ab}	1.00±0.03 ^b

* K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

¹ Sonuçlar iki tekerrür ortalaması ± standart sapması olarak verilmiştir.

² Her bir sütunda (a.b.c....l) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

³ Her bir satırda (A.B.C....→) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

olmasıyla ve bu bakterilerin karbonhidrat kaynaklarını parçalaması sonucunda fermantasyonun ilk üç gününde pH değerinde hızlı bir azalma gözlenmiş ve bu düşüş altıncı güne kadar devam etmiştir. Üretimin 3. gününde pH değeri 4.74-4.82, 6. günde ise 4.64-4.68 düzeylerine düşmüştür. pH değerlerinde görülen bu düşüş, proteinlerin izoelektrik noktalarının altında olduğu için proteinlerde kısmi denatürasyona neden olmuştur. Bu durum et proteinlerinin su tutma kapasitesini düşürmekte ve kuruma işlemini kolaylaştırmaktadır (Lucke 1998, Toldra vd. 2001). Fermantasyonun 6. gününden sonra tüm gruplarda az da olsa bir artış gözlenmiştir. pH değerinde görülen artış, proteolitik aktiviteye bağlı olarak serbest kalan amino asitlerin dekarboksile ve deamine olmaları, hatta daha ileri düzeyde metabolize olmaları sonucunda alkali karakterde bileşiklerin (amin, NH_3 gibi) oluşumundan kaynaklanmaktadır (Toldra vd. 2001).

Son üründe (12. gün) pH değeri; 4.81-4.96 arasında değişmiştir. Yapılan varyans analizi, pH değerine üretim süresinin etkisinin önemli ($p < 0.01$), uygulamaların etkisinin ise önemsiz ($p > 0.01$) olduğunu göstermiştir. Son üründe kimyasal nitrit içeren sucuklarla bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuklar, pH değeri bakımından benzerlik göstermiştir. Ekici vd. (2015), siyah havuç konsantresi içeren sucukların pH değerinin kontrol grubundan daha düşük olduğunu ve siyah havuç konsantresi miktarı arttıkça pH değerinin daha fazla düştüğünü belirlemiştir. Djeri ve Williams (2014) kereviz suyu tozu kullandığı Bologna tipi sosislerde pH değerinin kontrol grubundan daha yüksek olduğunu ve bunun laktik asit bakteri sayısına bağlı olabileceğini bildirmiştir. Bu açıdan pH'da meydana gelen değişimin ortamda bulunan karbonhidrat kaynağının çeşidine ve miktarına da bağlı olduğu unutulmamalıdır (Pexara vd. 2002). Sindelar (2006), ham'larda farklı düzeylerde kereviz suyu tozu kullanımının pH değerini etkilediğini bildirmiştir ki, burada da daha fazla düzeyde kereviz suyu konsantresi içeren sucukların pH değeri, düşük düzeyde kereviz suyu konsantresi içeren sucuklardan daha düşük bulunmuştur. Buna karşın sucuk örneklerinde farklı düzeyde siyah havuç suyu konsantresi kullanımı pH değerini etkilememiştir.

Sucukların pH değerlerinde depolamanın 1. ve 3. aylarında az da olsa artış, 2. ayda ise azalış gözlenmiştir. Fermente sucuklarda depolama başlangıcında ve depolamanın ilk ayı sonunda farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanımının pH değeri üzerine etkisinin önemli ($p < 0.01$), 2. ve 3. ayları sonunda ise önemsiz ($p > 0.01$) olduğu belirlenmiştir. K, KN1 ve HSK2 gruplarında depolama süresi boyunca pH değerinde meydana gelen değişim önemsiz bulunmuştur. KN2, HSK1, KSK1 ve KSK2 gruplarında pH değerinde depolama süresince artış ve azalışlar gözlenirse de pH değerleri depolama süresi sonunda depolama başlangıcındaki değerlere gelmiştir. Depolama sırasında gözlenen pH artışının proteolitik faaliyet sonucu oluşan bileşiklerden kaynaklandığı bildirilmiştir (Benito vd. 2004).

Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucukların titrasyon asitliği miktarı çizelge 4.2’de verilmiştir. Titrasyon asitliği (100 g sucukta g laktik asit cinsinden) ortamdaki asitlik düzeyi hakkında fikir verir ve pH ile ters yönde korelasyon gösterir. Buna göre; pH düşüşüne bağlı olarak, asitlik artış göstermiştir. Fermente sucuklarda üretim sırasında uygulama gruplarının tamamında titrasyon asitliği miktarında artış gözlenmiştir. Fermantasyonun ilk 9 gününde titrasyon asitliğinde hızlı bir artış gözlenirken son 3 gün artış hızı fermantasyon hızının yavaşlamasının bir sonucu olarak nispeten düşmüştür. Sucuk hamurunda 0.40-0.43 aralığında değişen titrasyon asitliği üretim süresi sonunda 0.95-1.04 düzeyine yükselmiştir. Son üründe HSK2, KSK1 ve KSK2 uygulama grupları titrasyon asitliği bakımından kimyasal nitrit içeren uygulama gruplarıyla benzer özellik gösterirken, HSK1 grubu daha yüksek titrasyon asitliği göstermiştir.

Fermente sucukların depolama sırasında titrasyon asitliği miktarı çizelge 4.2’de görülmektedir. Depolama süresi boyunca örnek alma periyotlarının tamamında farklı düzeyde ve farklı kaynaktan nitrat/nitrit kullanımının titrasyon asitliğini etkilemediği ($p > 0.01$) belirlenmiştir. Depolama periyodunun ilk ayı sonunda artış gösteren titrasyon asitliği, depolama süresinin sonuna kadar düşüş göstererek uygulama gruplarının tamamında depolama başlangıcında belirlenen değere tekrar düşmüştür. Depolama süresi sonunda titrasyon asitliği değerlerinin 0.95-1.04 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. 3 ay depolama süresi sonunda kimyasal nitrit içeren sucuklarla bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucukların benzer titrasyon asitliği değerleri göstermeleri,

siyah havuç ve kereviz suyu konsantreleri kullanımının sucuklarda titrasyon asitliği üzerine olumsuz etkilerinin olmadığını göstermektedir.

4.1.3 CIE L^* , a^* ve b^* renk sonuçları

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen fermente sucukların üretim süresi boyunca belirlenen L^* değerleri, çizelge 4.3’de verilmiştir. Fermente sucuk örneklerinin L^* değerleri sucuk hamurunda 41.18-43.25, üretimin 3. gününde 48.67-53.47, 6. günde 48.64-52.29, 9. günde 45.80-50.00 ve üretimin sonunda ise 48.18-53.31 aralığında belirlenmiştir. Üretimin 3. günü tüm grupların L^* değerinde artış, 9. günde azalış ve 12. günde artış belirlenmiştir. Üretim sonunda KN2 ve KSK1 sucukları daha düşük, K, KN1, HSK1, HSK2 ve KSK2 sucukları daha yüksek L^* değerine sahip olmuşlardır. Sucukların L^* değerine uygulamanın ve sürenin birlikte etkisi önemli bulunmuştur. Uygulamanın etkisi 0. günde önemsiz olurken ($P>0.01$), üretimin 3., 6., 9., ve 12. günlerinde önemli olmuştur. Üretimin sonunda en düşük L^* değeri KN2 ve KSK1 örneklerinde belirlenmiştir. Sürenin etkisi tüm gruplarda 0 ve 3. gün arasında önemli ($P<0.05$), diğer günler arasında ise KN2, HSK1, HSK2 ve KSK1 gruplarında önemsiz ($P>0.05$) olmuştur. L^* değerinde en fazla artış 53.31 ile KSK2 örneklerde belirlenmiştir.

Fermente sucukların depolama sırasında belirlenen L^* değerleri çizelge 4.3’te görülmektedir. Depolama başlangıcında L^* değeri 49.18-53.31 ve depolama sonunda 46.95-51.50 arasında belirlenmiştir. Depolama başlangıcında (0. gün) farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen sucuklarda L^* değeri bakımından farklılık belirlenmemiştir. Ancak depolamanın 1., 2. ve 3. aylarında farklı düzeyde ve farklı kaynaktan nitrat/nitrit kullanımı L^* değerinde meydana gelen değişim üzerine etkili ($p<0.01$) olmuştur. Depolama sırasında 1. ayda tüm grupların L^* değerinde düşüş ($p<0.01$), 3. ayda 2. aya göre yükseliş, ancak başlangıç değerlerine göre düşüş ($p<0.05$) gözlenmiştir.

Sucuklarda olgunlaşma sırasında üretim aşamasında L^* değerinde düşüş gözlemlendiği ve bu durumun olgunlaşma sırasında meydana gelen esmerleşmeye bağlı koyu renkten kaynaklandığı bildirilmektedir (Kayardı ve Gök 2003, Bozkurt ve Bayram 2006, Ercoşkun ve Özkal 2011). Ancak bu çalışmada L^* değeri uygulama gruplarının

Çizelge 4.3 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda üretim ve depolama sırasında belirlenen L^* , a^* ve b^* renk ölçüm değerleri

Süre	K	KN1*	KN2*	HSK1*	HSK2*	KSK1*	KSK2*
Gün	L^* Değeri Üretim ^{1,3,4}						
0	43.25±0.08 ^{Ac}	41.89±0.51 ^{Ac}	41.61±0.62 ^{Ab}	42.12±0.11 ^{Ab}	41.18±0.30 ^{Ab}	41.30±0.07 ^{Ab}	41.61±0.04 ^{Ac}
3	49.57±0.52 ^{Bab}	48.67±0.44 ^{Bab}	48.78±2.72 ^{Ba}	51.77±2.47 ^{ABa}	53.47±2.85 ^{Aa}	52.24±1.27 ^{ABa}	50.27±0.54 ^{ABab}
6	49.43±0.00 ^{Aab}	48.64±1.29 ^{Aab}	49.27±2.06 ^{Aa}	49.85±0.38 ^{Aa}	52.24±0.09 ^{Aa}	50.44±5.98 ^{Aa}	49.32±1.07 ^{Aab}
9	47.13±0.52 ^{ABbc}	45.80±0.61 ^{Bbc}	47.73±0.93 ^{ABa}	50.00±2.90 ^{Aa}	49.23±1.17 ^{ABa}	47.38±1.31 ^{ABa}	47.63±0.18 ^{ABb}
12	52.71±1.83 ^{Aa}	51.32±1.11 ^{ABa}	49.62±0.29 ^{Ba}	52.10±1.50 ^{Aa}	52.05±1.72 ^{Aa}	49.18±3.73 ^{Ba}	53.31±0.32 ^{Aa}
Ay	L^* Değeri Depolama ^{1,2,3}						
0	52.71±1.83 ^{Aa}	51.32±1.11 ^{Aa}	49.62±0.29 ^{Aa}	52.10±1.50 ^{Aa}	52.05±1.72 ^{Aa}	49.18±3.73 ^{Aa}	53.31±0.32 ^{Aa}
1	42.76±0.37 ^{Ac}	43.51±2.15 ^{Ab}	40.35±0.77 ^{ABb}	41.72±2.51 ^{ABb}	42.06±0.17 ^{ABb}	41.26±1.95 ^{ABb}	38.04±1.33 ^{Bc}
2	39.11±0.68 ^{ABc}	38.58±0.82 ^{Bc}	40.11±0.30 ^{ABb}	42.87±1.38 ^{Ab}	41.93±1.20 ^{ABb}	38.27±0.22 ^{Bb}	39.30±0.92 ^{ABc}
3	47.66±1.09 ^{ABb}	46.95±0.73 ^{Bb}	46.37±0.50 ^{Ba}	51.50±0.94 ^{Aa}	49.33±0.36 ^{ABa}	47.25±1.45 ^{Ba}	47.64±0.18 ^{ABb}
Gün	a^* Değeri Üretim ^{1,2}						
0	10.66±0.20 ^b	10.94±0.20 ^c	10.05±0.56 ^b	11.42±0.74 ^b	10.74±0.06 ^b	10.65±0.00 ^b	9.60±0.52 ^c
3	16.89±0.12 ^a	17.42±0.37 ^{ab}	16.78±2.69 ^a	16.51±1.43 ^a	14.83±1.42 ^a	15.93±0.16 ^a	15.84±0.30 ^{ab}
6	18.74±0.54 ^a	18.87±0.09 ^a	18.24±1.44 ^a	17.45±0.74 ^a	16.84±0.75 ^a	18.37±0.61 ^a	17.91±0.50 ^a
9	17.16±0.11 ^a	17.64±0.34 ^{ab}	18.06±0.21 ^a	17.55±0.54 ^a	16.62±0.06 ^a	17.24±0.34 ^a	16.86±0.23 ^a
12	14.96±0.00 ^b	15.06±0.64 ^b	17.14±0.45 ^a	13.59±1.63 ^b	14.85±1.02 ^b	16.71±3.63 ^a	14.61±0.50 ^b

* K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

¹ Sonuçlar iki tekerrür ortalaması ± standart sapması olarak verilmiştir.

² Her bir sütunda (a.b.c....) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

³ Her bir satırda (A.B.C....) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

⁴ Her bir sütunda (a.b.c....) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

Çizelge 4.3 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda üretim ve depolama sırasında belirlenen L^* , a^* ve b^* renk ölçüm değerleri (devam)

a* Değeri Depolama ^{1, 2, 3}							
Ay	K*	KN1*	KN2*	HSK1*	HSK2*	KSK1*	KSK2*
0	14.96±0.00 ^{ABa}	15.06±0.64 ^{ABa}	17.14±0.45 ^{Aa}	13.59±1.63 ^{Bb}	14.85±1.02 ^{ABb}	16.71±3.63 ^{ABa}	14.61±0.50 ^{ABa}
1	12.61±1.41 ^{Ab}	12.78±0.12 ^{Ab}	14.82±0.67 ^{Ab}	13.56±0.81 ^{Ab}	13.37±0.55 ^{Ab}	14.17±0.48 ^{Ab}	13.34±0.05 ^{Aa}
2	14.09±0.33 ^{Aab}	14.86±0.54 ^{Aa}	14.25±0.06 ^{Ab}	14.65±1.38 ^{Ab}	14.50±0.25 ^{Ab}	14.03±0.60 ^{Ab}	13.43±0.53 ^{Aa}
3	13.56±1.49 ^{BCab}	14.69±1.33 ^{ABa}	15.62±0.75 ^{Ab}	16.34±1.14 ^{Aa}	16.48±0.48 ^{Aa}	14.21±0.58 ^{Bb}	12.02±0.21 ^{Cb}
Gün	b* Değeri Üretim ^{1, 2}						
0	20.50±1.55 ^a	21.71±0.86 ^a	21.50±0.15 ^{ab}	21.43±0.21 ^a	20.58±0.37 ^{ab}	20.52±0.08 ^{ab}	20.19±1.00 ^a
3	21.92±1.46 ^a	20.54±0.98 ^a	17.91±1.86 ^c	21.76±0.21 ^a	17.34±2.84 ^b	19.29±3.16 ^{ab}	19.23±1.44 ^a
6	22.99±1.23 ^a	20.65±1.66 ^a	24.65±2.83 ^a	24.22±1.19 ^a	23.50±1.16 ^a	22.78±5.07 ^a	22.45±2.20 ^a
9	21.74±1.89 ^a	20.12±1.14 ^a	20.60±0.34 ^{ab}	22.60±1.42 ^a	21.12±0.16 ^{ab}	20.60±0.72 ^{ab}	18.72±2.55 ^a
12	21.29±1.35 ^a	21.12±0.12 ^a	19.86±0.89 ^{ab}	22.81±1.09 ^a	21.05±0.31 ^{ab}	17.40±2.20 ^b	23.54±1.50 ^a
Ay	b* Değeri Depolama ^{1, 2, 3}						
0	21.29±1.35 ^{ABa}	21.12±0.12 ^{ABa}	19.86±0.89 ^{BCa}	22.81±1.09 ^{ABa}	21.05±0.31 ^{ABa}	17.40±2.20 ^{Ca}	23.54±1.50 ^{Aa}
1	14.34±0.64 ^{Ab}	13.74±0.43 ^{Ab}	12.92±0.58 ^{Ab}	13.79±0.75 ^{Ab}	13.39±0.01 ^{Ab}	13.52±0.82 ^{Ab}	12.63±0.29 ^{Ac}
2	14.06±0.05 ^{Ab}	13.08±0.69 ^{Ab}	12.97±0.08 ^{Ab}	14.96±0.29 ^{Ab}	15.19±0.91 ^{Ab}	12.63±0.52 ^{Ab}	13.66±0.17 ^{Ac}
3	21.61±1.44 ^{ABa}	18.86±1.95 ^{Ba}	19.79±0.66 ^{ABa}	22.07±0.61 ^{Aa}	22.47±0.04 ^{Aa}	19.17±2.81 ^{Ba}	16.82±0.12 ^{Cb}

* K , Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; $KN1$, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; $KN2$, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; $HSK1$, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; $HSK2$, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; $KSK1$, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; $KSK2$, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

¹ Sonuçlar iki tekrerrüt ortalaması ± standart sapması olarak verilmiştir.

² Her bir sütunda (a,b,c,...,j) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P<0.01$).

³ Her bir satırda (A,B,C,...,→) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P<0.01$).

⁴ Her bir sütunda (a,b, c,...,↓) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$)

tamamında 0-3. günler arasında artmış ve daha sonra artış azalışlar gözlense de hemen hemen sabit kalmıştır. Bu durum muhtemelen üretimde kullanılan hammadde farklılıklarından ve farklı üretim uygulamalarından kaynaklanmaktadır. Soyer vd. (2005), sucuklarda olgunlaştırma başlangıcında L^* değerinde artış, bunu takip eden aşamalarda farklı yağ içeriği ve fermentasyon sıcaklığına bağlı olarak artış ve azalışlar belirlemiştir. Ekici vd. (2015), en düşük L^* değerini en yüksek konsantrasyonda siyah havuç konsantresi içeren sucuklarda belirlemiştir. Hwang vd. (2018), fermente kereviz ekstraktının kullanıldığı çiğ domuz sosislerinin, kimyasal nitrit içeren sosislerden daha düşük L^* değerine sahip olduğunu belirlemiştir. Xi vd. (2011), doğal nitrit kaynağı (ön fermente edilmiş kereviz) kullanılarak kürlen Frankfurterlerin kimyasal nitrit ve doğal nitrat (fermente edilmemiş kereviz) kullanılarak kürlen Frankfurterlerden daha düşük L^* değerine sahip olduklarını bildirmiştir. Bu çalışmada son üründe K, HSK1, HSK2 ve KSK2 örnekleri; en yüksek, KN2 ve KSK1 örnekleri; en düşük L^* değerine sahip olmuştur. Saputro vd. (2016) ve Jin vd. (2018), sosislerde depolama boyunca kereviz tozu içeren sosislerin, kimyasal nitrit içeren sosislerden daha yüksek L^* değerine sahip olduğunu ve bu değeri depolama süresi sonuna kadar koruduğunu bildirmiştir. Sindelar (2007a) kereviz suyu tozu kullanılan sosislerde L^* değerinin depolama boyunca artış gösterdiğini bildirmiştir. Soyer ve Ertaş (2007) fermente sucuklarda depolama süresinin L^* değeri üzerine etkisinin olmadığını belirlemiştir. Bazı araştırmalarda ise depolama boyunca L^* değerinde düşüş olduğu bildirilmiştir. L^* değerinde görülen bu düşüşün, kurutma sırasında nem kaybı (Üren ve Babayiğit 1996, 1997, Papadima ve Bloukos 1999, Gök 2006) ve depolama sırasında meydana gelen oksidasyon reaksiyonlarından kaynaklanabileceği bildirilmektedir (Zanardi vd. 1999).

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen fermente sucukların üretim aşamasında belirlenen a^* değerleri, çizelge 4.3’de görülmektedir. Bu aşamada uygulama gruplarında a^* değerinde artış ve azalışlar gözlenmiştir. Fermente sucukların a^* değerine sürenin etkisi önemli bulunurken ($p<0.01$), uygulamanın etkisi önemli bulunmamıştır ($p>0.01$). Özellikle kür rengi oluşumunun gerçekleştiği ilk üç günde a^* değeri tüm gruplarda artmıştır ($p<0.01$). Üretimin 3., 6., 9. ve 12. günlerinde KN2, HSK2 ve KSK1 örneklerinin a^* değerleri arasındaki fark önemsiz ($p>0.01$) bulunmuştur. Bu

durum kırmızılık değerinin korunmasında bitkisel kaynaklardan yüksek HSK'nin ve düşük KSK'nin 150 ppm kimyasal nitrit ile benzer etki sağladığını göstermiştir. Sucuk hamurunda 9.60-12.74 arasında değişen a^* değeri, son üründe 13.59-17.14 aralığına yükselmiştir. KN1 grubuna göre HSK1 ve KSK2 gruplarının a^* değerleri istatistiksel olarak önemli olmasa da sayısal olarak daha düşük, HSK2 ve KSK1 gruplarının ise daha yüksek belirlenmiştir. KN2 grubuna göre ise sayısal olarak bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örneklerinin a^* değeri daha düşük düzeyde belirlenmiştir. Siyah havuç suyu konsantresi içeren sucuk örneklerinin a^* değeri ise istatistiksel olmasa da sayısal olarak daha düşük çıkmıştır. Bu farklılığa muhtemelen siyah havuç suyu konsantresinin içerdiği renk maddeleri (antosiyanidinler) neden olmuştur. Fermente sucuk örneklerinde a^* değeri bakımından bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren grupların, kimyasal nitrit içeren eşdeğerleriyle aralarında istatistiksel olarak fark olmaması, söz konusu bitkisel kaynakların a^* değeri bakımından kimyasal nitritin yerine alternatif olarak kullanılabilme potansiyelini ortaya koymaktadır.

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen fermente sucukların depolama aşamasında belirlenen a^* değerleri çizelge 4.3'de verilmiştir. Depolama süresi başlangıcında 13.59-17.14 arasında değişen a^* değeri, depolama süresi sonunda 12.02-16.48 arasında değişmiştir. Depolama sırasında 150 ppm kimyasal nitrit içeren örneklerde a^* değeri korunurken ($p < 0.01$), K ve KSK2 örneklerinde 3. ayda azalma saptanmıştır. Özellikle siyah havuç suyu konsantresi içeren sucuk örneklerinde a^* değerinde meydana gelen artışta, depolama süresince siyah havuç kaynaklı koyu renkli pigmentlerin parçalanması sonucunda kırmızı rengin ortaya çıkmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Depolama başlangıcında (son ürün) düşük düzeyde kimyasal nitrit içeren KN1 grubuyla bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örnekleriyle a^* değeri bakımından benzerlik göstermiştir. KN2 grubuna göre ise HSK2 ve KSK1 grupları benzerlik gösterirken K ve KSK2 gruplarında daha düşük a^* değeri belirlenmiştir. Depolama başlangıcında sayısal olarak en yüksek a^* değeri KN2 grubunda belirlenmiştir. 3 ay depolama süresi sonunda ise KN1, KN2, HSK1, HSK2 ve KSK1 gruplarında benzer a^* değeri belirlenirken, K ve KSK2 gruplarında bu gruplardan daha düşük a^* değeri belirlenmiştir. Bu aşamada siyah havuç suyu konsantresi içeren sucuk örneklerinin a^* değeri hem kimyasal nitrit içeren sucuklardan hem de kereviz suyu konsantresi içeren

sucuk örneklerinden sayısal olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Fermente sucuklarda bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örneklerinin depolama süresi boyunca örnek alma periyotlarında kimyasal nitrit içeren eş değerleriyle benzer a^* değerlerine sahip olmaları ve depolama süresi boyunca da KSK2 hariç, bunu korumaları düşük düzeyde kereviz ve düşük ve yüksek düzeyde siyah havuç suyu konsantrelerinin kimyasal nitrite alternatif olarak a^* değerini korudukları görülmüştür.

Jin vd. (2018) son üründe kereviz tozu (%0.8) kullanılan sosislerin kimyasal nitrit kullanılan sosislere göre daha yüksek a^* değerine sahip olduğunu belirlemiştir. Benzer sonuçlar, Horsch vd. (2014) tarafından da belirlenmiş ve bu durumu kerevizin içerdiği pigment miktarının konsantrasyonla artmasına bağlanmıştır. Ancak bu çalışmada son üründe en yüksek a^* değeri sayısal olarak kimyasal nitrit içeren sucuklarda bulunsa da son üründe bitkisel nitrat/nitrit ilave edilen sucuklarla a^* değeri bakımından istatistiksel bir fark belirlenmemiştir. Ekici vd. (2015), siyah havuç konsantresi ile siyah havuç konsantresi ve kimyasal nitriti birlikte içeren sucukların benzer a^* değerine sahip olduklarını ve bu sucukların siyah havuç konsantresi ve nitrit içermeyen kontrol grubundan daha düşük a^* değerine sahip olduklarını bildirmiştir. Hwang vd. (2018), fermente kereviz ekstraktı içeren çiğ domuz sosislerinin, kürlenme ajanı kullanılmayan ve 150 ppm kimyasal nitrit içeren sosislere göre daha düşük a^* değerine sahip olduğunu bildirmiştir. Sindelar vd. (2007a), kimyasal nitrit kullanılan sosislere kıyaslandığında, a^* değeri üzerine kullanılan kereviz suyu tozu miktarından çok, kereviz suyu tozu sosise ilave edilmeden önce uygulanan inkübasyon süresinin etkisinin daha fazla olduğunu bildirmiştir. Sullivan (2011), doğal nitrit, doğal nitrat ve kimyasal nitrit kullanımının ham dilimlerinde a^* değeri bakımından bir fark belirleyememiştir. Xi vd. (2011), geleneksel olarak kürlenmiş Frankfurterlerin, doğal nitrat ve doğal nitrit kullanılarak kürlenmiş Frankfurterlerden daha yüksek a^* değerine sahip olduklarını belirlemiştir. Genel olarak sucuklarda olgunlaştırma başlangıcında a^* değerinde artış, ilerleyen aşamalarda ise düşüş gözlenmektedir (Soyer vd. 2005, Bozkurt ve Bayram 2006, Ercoşkun vd 2010). Bu durumun olgunlaştırma başlangıcında ortamda bulunan nitrojenli bileşenlerin, ette bulunan miyoglobine birleşerek arzu edilen renk pigmenti olan nitrozomiyoglobini oluşturmaktan kaynaklanmaktadır. Olgunlaştırmanın ilerleyen aşamalarında ise nitrozomiyoglobin denatüre olmakta ve a^* değerinde düşüş gözlenmektedir. a^* değerinde

meydana gelen artış nem kaybına da bağlı olabilmektedir (Muguerza vd. 2002, Perez-Alvarez vd. 1999). a^* değerinde meydana gelen düşüş ise; laktik asit oluşumuna bağlı olarak nitrozomiyoglobinin kısmen veya tamamen denatüre olmasından da kaynaklanabilmektedir. Jin vd. (2018), kereviz tozu içeren sosislerde a^* değerinde depolama başlangıcına göre depolama süresi sonunda kimyasal nitrit içeren sosislerde sayısal olarak artış, kereviz tozu içeren sosislerde sayısal olarak düşüş gözlese de bu değişimlerin önemsiz olduğunu belirlemiştir. Krause vd. (2011), 42 gün depolama süresi sonunda kimyasal nitrit kullanılarak kürlenene ham dilimlerinin, doğal nitrat ve starter kültür karışımı kullanılarak kürlenene ham dilimlerinden daha yüksek a^* değerine sahip olduklarını belirlemiştir. Gipe (2012), kereviz suyu tozu içeren jambonlarda depolama başlangıcında a^* değerinde belli bir süre artış gözlemlendiğini, bir süre sonra ise a^* değerinin tekrar düşmeye başladığını bildirmiştir. Soyer ve Ertaş (2007), geleneksel fermente sucuklarda depolama sırasında a^* değerinde düşüş gözlemlenmiştir. Kayaardı ve Gök (2003) yaptıkları çalışmada, depolamanın ilk günlerinde nitrit ile miyoglobinin etkileşime girerek kırmızı renk oluşturmasıyla a^* değerinin arttığı, ancak depolama süresinin uzamasının, denatüre olmasıyla sonuçlandığını ve a^* değerinin düştüğünü tespit etmişlerdir.

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen fermente sucukların üretim aşamasında belirlenen b^* değerleri, çizelge 4.3’de verilmiştir. Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanımı örnek alma periyotlarının tamamında b^* değeri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Sucuk hamurunda 20.19-21.71 aralığında belirlenen b^* değeri, son üründe 17.40-23.54 düzeyinde belirlenmiştir. Üretim aşamasında K, KN1, HSK1 ve KSK2 gruplarında b^* değerinde meydana gelen değişim önemsizken, KN2, HSK2 ve KSK1 gruplarında b^* değeri üretim süresi boyunca artış ve azalışlar gözlenirse de sucuk hamuru ve son üründe b^* değeri bakımından fark olmadığı belirlenmiştir. Son üründe bitkisel nitrat/nitrit örneği kullanılan sucuk örneklerinin, kimyasal nitrit içeren ve nitrat/nitrit kullanılmayan kontrol grubu sucuklarla benzer b^* değerine sahip olması, kereviz ve siyah havuç suyu konsantrelerinin b^* değerini etkileme özelliklerinin düşük olduğunu ve b^* değeri bakımından her iki bitkisel kaynağında kimyasal nitrit yerine alternatif olarak başarılı bir şekilde kullanılabileceklerini göstermektedir.

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen fermente sucukların depolama aşamasında belirlenen b^* değerleri, çizelge 4.3'de verilmiştir. Depolama başlangıcında farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanımı, b^* değerini etkilerken ($p<0.01$), depolamanın 1, 2 ve 3. aylarında ise etkisi önemsiz bulunmuştur. Depolama başlangıcında en düşük b^* değerinin 17.40-23.54 arasında değiştiği belirlenmiştir. Depolama aşamasında, sucuk örneklerinin tamamının b^* değerinde artış ve azalışlar gözlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu b^* değerinde meydana gelen değişim KSK2 grubu dışında önemsiz bulunmuştur ve bu grupta b^* değerinde düşüş gözlenmiştir. Depolama süresi sonunda KN1 grubuyla, bitkisel nitrat/nitrit içeren HSK1, KSK1 ve KSK2 gruplarında benzer b^* değeri belirlenirken, HSK2 grubunda daha yüksek b^* değeri belirlenmiştir. KN2 grubunda ise bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren grupların tamamıyla benzer b^* değeri belirlenmiştir. Kürleme ajanı içermeyen K grubu HSK1, HSK2 ve KSK1 gruplarıyla benzer b^* değeri belirlenirken, KSK2 grubunda K grubundan daha düşük b^* değeri belirlenmiştir.

Jin vd. (2018), sosislerde kereviz tozu (%0.8) kullanımının kimyasal nitrit kullanımına göre b^* değerini artırdığını bildirmiştir. Benzer sonuçlar Horsh vd. (2014), tarafından da bulunmuştur ve bu durumu kerevizin içerdiği pigment miktarının konsantrasyonla artmasına bağlamışlardır. Hwang vd. (2018), çiğ domuz sosislerinden fermente kereviz ekstraktı kullanılanların, kürleme ajanı içermeyen ve 150 ppm kimyasal nitrit içeren sosislerden daha yüksek b^* değeri gösterdiğini belirlemişlerdir. Ekici vd. (2015), sucuklarda siyah havuç konsantresi miktarının artışına bağlı olarak b^* değerinin düştüğünü, en düşük b^* değerine sahip grubun ise en yüksek seviyede siyah havuç konsantresiyle birlikte 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup olduğunu ve bunların nitrit ve siyah havuç konsantresi içermeyen kontrol grubunda benzer veya daha düşük b^* değerine sahip olduklarını bildirmiştir. Sindelar vd. (2007b), sosislerde kereviz suyu tozu kullanımında hem kullanım öncesi inkübasyon süresinin hem de üretim süresinin b^* değeri üzerine etkisinin önemli olduğunu bildirmişlerdir. Gipe (2012), kereviz suyu tozu içeren ham'ların içermeyen ham'lara göre daha yüksek b^* değerine sahip olduklarını belirlemiş ve bu durumu kereviz suyu tozunda bulunan pigmentlere bağlamıştır. Aynı şekilde Krause vd. (2011), benzer şekilde doğal nitratla birlikte starter kültür kullanılarak kürlenmiş ham'ların geleneksel kürlenmiş ham'lara göre daha yüksek b^* değerine

sahip olduklarını belirlemiş ve durumu benzer şekilde kerevizde bulunan pigmentlerin etkisine bağlamıştır. Horsch (2013), ham'larda kereviz suyu miktarındaki artışa bağlı olarak son üründe b^* değerinin de arttığını belirlemiştir. Bozkurt ve Bayram (2006), sucukta olgunlaştırma sırasında b^* değerinin düştüğünü bildirmişlerdir. b^* değerinde meydana gelen bu düşüş sonucunda renk sarıdan çok, maviye dönmektedir. Bu durum esmerleşme reaksiyonlarından kaynaklanmakta ve ortaya kahve renkli melanoidinler çıkmaktadır. Perez-Alvarez vd. (1999), İspanyol sosislerinde fermantasyon ve olgunlaştırma sırasında b^* değerinde meydana gelen düşüşü ortamda bulunan mikroorganizmaların oksijeni tüketerek, oksimiyogloblin miktarını azaltmasına bağlamışlardır. Lipit oksidasyonu et ürünlerinin renginin kararmasına ve rengin kötüleşmesine yol açabilmektedir (Ergezer vd. 2018). Jin vd. (2018), sosislerde kereviz tozu (%0.8) kullanımının depolama süresi sonunda (1 ay) b^* değerini artırdığını bildirmişlerdir. Depolama süresi sonunda kimyasal nitrit içeren sosislerde b^* değerleri değişmezken, kereviz konsantresi içeren sosislerde yükselmiştir. Benzer sonuçlar Horsh vd. (2014), tarafından da bulunmuştur ve bu durumu kerevizin içerdiği pigment miktarının konsantrasyonla artmasına bağlamışlardır. Jin vd. (2018), sosislerde depolama sırasında kimyasal nitritle birlikte kereviz konsantresinin diğer alternatiflere göre (meyve ekstraktı tozu, tatlı patates tozu, meyve-sebze ekstrakt karışımları, gardenya kırmızısı, biber tozu ve yaban mersini tozu) sosis renk oluşumu ve muhafazası açısından daha iyi etki gösterdiğin bildirmiştir. Et ürünlerinde kereviz kullanımının depolama sırasında renk oluşumu ve stabilitesi ile ilgili reaksiyonlara nitrat içeriği nedeniyle yedek nitrit sağlayıcısı olarak rol alabildiği bildirilmektedir (Saputro vd. 2016). Sindelar vd. (2007a), sosislerde kereviz suyu tozu kullanımında depolama süresinin b^* değeri üzerine etkisinin önemli olduğunu bildirmişlerdir. Depolama sırasında b^* değerinde görülen azalmaya, miyogloblinin yapısal değişime uğraması ve oksimiyogloblin miktarının azalmasının sebep olabileceği bildirilmiştir (Chasco vd. 1996).

4.1.4. Kür pigmenti ve toplam pigment miktarı

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen fermente sucukların, üretim ve depolama aşamasında belirlenen kür pigmenti miktarları, çizelge 4.4'de verilmiştir. Fermente sucuk örneklerinde kür pigmenti miktarı, sucuk hamurunda

Çizelge 4.4 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda üretim ve depolama sırasında belirlenen kür ve toplam pigment miktarı (ppm)

Süre	K*	KN1*	KN2*	HSK1*	HSK2*	KSK1*	KSK2*
Gün				Kür Pigmenti Miktarı Üretim^{1,2}			
0	41.91±7.59 ^c	55.00±16.2 ^b	46.40±5.33 ^b	60.68±6.46 ^c	48.40±17.2 ^c	61.34±12.10 ^b	54.38±7.18 ^b
3	45.35±10.25 ^c	73.81±4.52 ^a	71.63±3.28 ^{ab}	58.80±5.23 ^c	77.30±17.80 ^a	61.48±5.33 ^b	59.31±2.26 ^b
6	62.78±2.67 ^b	74.47±1.12 ^a	78.73±4.31 ^a	68.23±1.13 ^b	66.70±4.10 ^b	73.74±1.34 ^a	72.94±10.46 ^a
9	70.48±0.80 ^a	74.24±4.91 ^a	84.82±2.26 ^a	65.69±0.62 ^b	68.60±16.60 ^b	69.31±9.43 ^a	71.60±21.30 ^a
12	60.18±6.77 ^b	76.12±5.33 ^a	75.98±6.56 ^a	77.00±25.60 ^a	77.28±7.59 ^a	67.42±2.26 ^a	72.50±16.40 ^a
Ay				Kür Pigmenti Miktarı Depolama^{1,2,3}			
0	60.18±6.77 ^{Ab}	76.12±5.33 ^{Ac}	75.98±6.56 ^{Ac}	77.00±25.6 ^{Ab}	77.28±7.59 ^{Ad}	67.42±2.26 ^{Ac}	72.50±16.4 ^{Ab}
1	65.39±5.95 ^{Cb}	74.02±2.15 ^{Be}	87.15±3.90 ^{Ac}	82.94±6.56 ^{Bab}	89.17±3.08 ^{Ac}	71.78±5.13 ^{Be}	79.89±2.67 ^{Bb}
2	78.45±4.31 ^{Ca}	88.74±2.05 ^{Bb}	96.43±3.08 ^{Ab}	89.61±7.79 ^{Bb}	100.78±5.13 ^{Ab}	83.67±4.72 ^{BCb}	88.31±5.54 ^{Bb}
3	77.00±5.95 ^{Ca}	99.76±4.51 ^{Ba}	116.00±4.10 ^{Aa}	101.50±4.10 ^{Ba}	112.23±5.33 ^{Aa}	95.56±8.00 ^{Ba}	110.93±6.77 ^{Aa}
Gün				Toplam Pigment Miktarı Üretim^{1,2}			
0	88.44±4.58 ^d	87.72±9.90 ^c	90.48±5.77 ^c	89.60±5.77 ^c	87.60±16.4 ^c	89.00±14.5 ^d	90.08±3.62 ^c
3	102.40±9.05 ^c	119.04±4.53 ^b	123.76±4.53 ^b	122.24±7.24 ^b	113.48±7.86 ^b	107.72±4.24 ^c	111.00±3.62 ^b
6	122.88±6.34 ^b	120.24±4.98 ^b	127.00±9.33 ^b	122.40±6.79 ^b	123.44±7.35 ^b	119.92±2.38 ^b	121.52±4.41 ^b
9	121.42±4.04 ^b	122.56±6.79 ^b	124.16±1.81 ^b	127.36±5.43 ^b	120.64±7.69 ^b	122.88±0.91 ^b	146.56±13.6 ^a
12	134.66±4.89 ^a	137.00±6.62 ^a	138.40±2.94 ^a	138.04±12.4 ^a	136.24±6.22 ^a	140.80±17.2 ^a	146.56±13.6 ^a
Ay				Toplam Pigment Miktarı Depolama^{1,4}			
0	134.66±4.89	137.00±6.62	138.40±2.94	138.04±12.39	136.24±6.22	140.80±17.2	146.56±13.6
1	132.80±0.45	144.64±3.62	136.00±2.26	138.88±2.72	146.88±4.98	142.08±2.72	146.24±7.69
2	137.48±4.70	137.28±4.07	143.48±4.36	145.68±7.81	146.00±6.22	145.92±8.15	147.36±6.68
3	134.08±6.79	138.56±4.98	148.80±6.79	143.04±2.26	147.00±3.90	143.04±3.17	148.28±3.00

* K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup;

KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

¹ Sonuçlar iki tekrarı ortalaması ± standart sapması olarak verilmiştir.

² Her bir sütunda (a,b,c,...,j) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01)

³ Her bir satırda (A,B,C,...,→) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

⁴ Her bir satırda (A,B,C,...,→) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05).

41.91-61.34 ppm, 3. günde 45.35-77.30 ppm, 6. günde 62.78- 78.73 ppm, 9. günde 65.69-84.82 ve son üründe ise 60.18-77.28 ppm arasında değişen seviyelerde belirlenmiştir. Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen fermente sucuklarda uygulama gruplarında kür pigmenti miktarında artış ve azalışlar gözlenmiştir. Özellikle üretimin 6. ve 9. gününe kadar artan kür pigmenti miktarları, takip eden süreçte düşmeye başlamıştır. Bu durum a^* değerinde söz konusu aşamalarda meydana gelen artışla kendini göstermektedir (çizelge 4.3). Üretim aşamasında; kür pigmenti miktarına sadece üretim süresinin etkisi önemli ($p<0.01$), uygulamanın etkisi önemsiz ($p>0.01$), depolama aşamasında ise; uygulama ve sürenin birlikte etkisi önemli ($p<0.01$) düzeylerde bulunmuştur. Üretimin 3. günü kimyasal nitrit içeren gruplarla HSK2 grubunun kür rengi önemli düzeyde artarken ($p<0.01$), K, HSK1, KSK1 ve KSK2 gruplarında önemsiz ($p>0.01$) düzeyde kür rengi oluşmuştur. KSK1 ve KSK2 gruplarında kür rengi oluşumu 6. günde önceki günlerden önemli ($p<0.01$) düzeyde gerçekleşmiş, 9. ve 12. günlerde ise önemli ($p>0.01$) düzeyde değişmemiştir. Son üründe en düşük kür pigmenti 60.18 ppm ile K örneklerde belirlenmesine karşın bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuklarla aralarındaki fark önemli ($p>0.01$) bulunmamıştır. Son üründe bitkisel nitrat/nitrit kaynağı ilave edilen gruplarla kimyasal nitrit içeren grupların benzer kür pigmenti miktarına sahip olması, bitkisel nitrat/nitrit kaynağı kullanımının yeterli kür rengi oluşumunu sağladığını göstermektedir.

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen fermente sucukların depolama aşamasında kür pigmenti miktarları incelendiğinde, uygulamanın etkisi depolama başlangıcında önemsiz ($p>0.01$), 1., 2. ve 3. aylarda ise önemli ($p<0.01$) düzeyde olmuştur. Depolama sonunda, kür pigmenti miktarı en yüksek KN2, HSK2 ve KSK2 gruplarında, en düşük K grubunda belirlenmiştir. Depolama sırasında ilk 1 ay, HSK2 hariç tüm grupların kür pigmenti miktarı değişmezken ($p>0.01$), 2. ve 3. aylarda K hariç diğer gruplarda önemli ($p<0.01$) düzeyde artışlar gözlenmiştir. Depolama boyunca K grubu dışında kalan uygulama grubunda kür pigmenti miktarının artması ortamda kür rengi oluşumu için yeterli kalıntı nitrit bulunduğunu ve arzu edilen rengin depolama süresi boyunca da korunduğunu göstermektedir. Bu durum, depolama sırasında renk açısından kalitenin korunmasına katkı sağlamaktadır. Kereviz ve siyah havuç suyu

konsantresi içeren sucuk örneklerinin depolama süresi boyunca örnek alma periyotlarında kimyasal nitrit içeren eş değerleriyle benzer değerlerde kür pigmenti oluşumu sağlamaları ve bu oluşumu depolama süresi sonuna kadar koruyabilmeleri, söz konusu bitkisel kaynakların sucuklarda kür pigmenti bakımından başarılı bir şekilde kullanılabileceklerini göstermektedir.

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen fermente sucukların üretim aşamasında belirlenen toplam pigment miktarları, çizelge 4.4’de verilmiştir. Sucuk hamurunda 87.60-90.48 ppm arasında değişen toplam pigment miktarı, son üründe 134.66-146.56 ppm düzeyine yükselmiştir. Üretim sırasında toplam pigment miktarında ortaya çıkan artış, muhtemelen kurumaya bağlı nem kaybının sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Ayrıca toplam pigment miktarının artması, renk açısından kalitenin korunmasına katkı sağlamıştır. Toplam pigment miktarındaki değişime sürenin etkisi önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuş, kurumaya ve pH düşüşüne bağlı olarak toplam pigment miktarı tüm gruplarda başlangıç ve son üründe önemli ($p<0.01$) düzeyde artmıştır. Son üründe kontrol grubunda (K), kimyasal nitrit içeren KN1 ve KN2 gruplarında ve bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren HSK1, HSK2, KSK1 ve KSK2 gruplarında benzer düzeylerde toplam pigment belirlenmiştir.

Fermente sucukların depolama aşamasında belirlenen toplam pigment miktarları çizelge 4.4’de verilmiştir. Depolama sırasında toplam pigment miktarına uygulamanın ve sürenin önemli bir etkisi olmamıştır ($p>0.01$). Depolama başlangıcında toplam pigment miktarı 134.66-146.56 ppm, 1. ayda 132.80-146.88 ppm, 2. ayda 137.28-147.36 ppm ve depolama sonunda ise 134.08-148.80 ppm aralığında değişmiştir. Depolama sırasında toplam pigment miktarının sabit kalması, depolama süresi boyunca renk açısından kalitenin korunmasına katkı sağlamıştır. Depolama sonunda, kontrol grubunda (K), kimyasal nitrit içeren KN1 ve KN2 gruplarında ve alternatif nitrat/nitrit kaynağı içeren HSK1, HSK2, KSK1 ve KSK2 gruplarında benzer düzeylerde toplam pigment belirlenmiştir.

Posthuma vd. (2018), et kürleme model sisteminde kereviz suyu tozu (100 ppm nitrite eşdeğer) kullanılan örneklerde 88.35 ppm kür pigmenti belirlerken, kimyasal nitrit kullanılan (156 ppm) örneklerde ise 102.77 ppm kür pigmenti belirlemiştir. Redfield ve

Sullivan (2015), işlenmiş hindi etinde kürleme ajanı olarak kereviz tozu ve kimyasal nitrit kullanımı arasında kür pigmenti ve toplam pigment arasında fark olmadığını belirlemiştir. Sullivan vd. (2012) piyasada ticari olarak bulunan Frankfurterlerden kürleme işlemi uygulanmamış olanlarda kür pigmenti miktarının 4.1-38.6 ppm, toplam pigment miktarının 182.0-236.3 ppm aralığında, kimyasal nitrit kullanılanlarda kür pigmenti miktarının 81.3-113.3 ppm aralığında, toplam pigment miktarının 204.3-282.9 ppm aralığında ve doğal kürleme ajanı kullanılarak kürlenelerde ise kür pigmenti miktarının 71.3-160.2 ppm aralığında, toplam pigment miktarının ise 204.3-358.8 ppm aralığında olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmada kullanılan bitkisel nitrat/nitrit kaynakları, kimyasal nitrit kullanılan sucuklara benzer kür pigmenti oluşmasını sağlayarak istenilen etkiyi göstermiştir.

4.1.5 TBA Değeri

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen fermente sucukların üretim aşamasında belirlenen TBA değerleri, çizelge 4.5’de verilmiştir. TBA değerinin sucuk hamurunda 0.31-0.34 mg MA/kg, 3. günde 0.30-0.63 mg MA/kg, 6. günde 0.34-0.67, 9. günde 0.45-0.74 mg MA/kg ve son üründe 0.47-0.72 mg MA/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. TBA sayısına uygulama ve üretim süresinin birlikte etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Uygulamanın etkisi incelendiğinde, 0. gün gruplar arası fark önemli ($p>0.01$) olmazken, 3., 6., 9. ve 12. günlerde K örnekleri nitrat/nitrit ilaveli gruplardan önemli düzeyde ($p<0.01$) daha yüksek TBA sayısına sahip olmuştur. Üretimin 3. ve 6. günlerinde TBA sayısı KSK2 örneklerinde en düşük, 12. günde ise HSK2 ve KSK2 örneklerinde en düşük düzeyde belirlenmiştir. Sonuçlar son üründe daha yüksek oranda kereviz ve siyah havuç suyu konsantresi içeren sucukların kimyasal nitrit içeren sucuklar ve kontrol grubundan daha düşük TBA değerine sahip olduklarını göstermiştir. Daha düşük düzeyde kereviz suyu konsantresi içeren sucuk örneği kimyasal nitrit içeren sucuklarla benzer TBA değerine sahip olurken, düşük miktarda kara havuç suyu konsantresi içeren sucuk, kontrol grubu sucuklarla birlikte en yüksek TBA değerine sahip olmuştur. Fermente sucukların depolanması sırasında belirlenen TBA değerleri çizelge 4.5’de görülmektedir. TBA değerinin, depolama başlangıcında 0.47-0.72 mg MA/kg, depolamanın ilk ayında 0.56-0.74 mg MA/kg, depolamanın 2. ayında 0.68-0.93 ve

Çizelge 4.5 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda üretim ve depolama sırasında belirlenen TBA değeri (mg MA/kg)

Süre	K*	KN1*	KN2*	HSK1*	HSK2*	KSK1*	KSK2*
Gün	Üretim ^{1, 2, 3}						
0	0.34±0.01 ^{Ab}	0.32±0.02 ^{Ac}	0.32±0.02 ^{Ac}	0.34±0.01 ^{Ac}	0.36±0.03 ^{Ab}	0.33±0.02 ^{Ac}	0.31±0.01 ^{Ab}
3	0.63±0.07 ^{Aa}	0.49±0.03 ^{Bb}	0.40±0.02 ^{Cb}	0.48±0.03 ^{Bb}	0.38±0.02 ^{Cb}	0.40±0.07 ^{Cb}	0.30±0.00 ^{Db}
6	0.67±0.11 ^{Aa}	0.48±0.02 ^{CDb}	0.43±0.01 ^{CDb}	0.52±0.00 ^{Cb}	0.43±0.03 ^{CDa}	0.58±0.06 ^{Ba}	0.34±0.03 ^{Eb}
9	0.74±0.05 ^{Aa}	0.62±0.04 ^{Ba}	0.59±0.04 ^{Ba}	0.64±0.04 ^{Ba}	0.45±0.03 ^{Ca}	0.56±0.04 ^{Ba}	0.46±0.09 ^{Ca}
12	0.70±0.02 ^{Aa}	0.63±0.02 ^{Ba}	0.64±0.01 ^{Ba}	0.72±0.02 ^{Aa}	0.47±0.01 ^{Ca}	0.61±0.04 ^{Ba}	0.55±0.02 ^{BCa}
Ay	Depolama ^{1, 2, 3}						
0	0.70±0.02 ^{Ab}	0.63±0.02 ^{Bb}	0.64±0.01 ^{Ba}	0.72±0.02 ^{Ab}	0.47±0.01 ^{Cb}	0.61±0.04 ^{Bb}	0.55±0.02 ^{BCc}
1	0.73±0.03 ^{Ab}	0.69±0.02 ^{ABab}	0.65±0.03 ^{ABa}	0.74±0.01 ^{Ab}	0.56±0.02 ^{Bb}	0.64±0.02 ^{ABb}	0.63±0.02 ^{ABbc}
2	0.93±0.06 ^{Aa}	0.72±0.02 ^{Cab}	0.72±0.03 ^{Ca}	0.85±0.06 ^{ABa}	0.90±0.07 ^{Aa}	0.78±0.05 ^{BCa}	0.68±0.05 ^{Cb}
3	0.98±0.02 ^{Aa}	0.77±0.03 ^{CDa}	0.71±0.01 ^{Da}	0.93±0.03 ^{ABa}	0.83±0.03 ^{BCa}	0.87±0.08 ^{ABCa}	0.80±0.04 ^{CDa}

* K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

¹ Sonuçlar iki tekerrür ortalaması ± standart sapması olarak verilmiştir.

² Her bir sütunda (a,b,c,...) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

³ Her bir satırda (A,B,C,...→) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

depolama sonunda ise 0.71-0.98 mg MA/kg aralığında değiştiği belirlenmiştir. Depolama aşamasında TBA sayısındaki değişime sũre ve uygulamanın birlikte etkisi ˆnemli ($p<0.01$) dũzeyde bulunmuştur. Uygulamanın etkisi depolama sũresince gˆrũlmũř, depolama sonunda en dũřũk TBA değerleri KN1, KN2, KSK2 sucuklarında saptanmıştır. En yũksek TBA, nitrat/nitrit iēermeyen K ˆrneklerde (0.98 mg MA/kg) belirlenmiştir. TBA değerine sũrenin etkisi, ilk bir ay ˆnemsiz ($p>0.01$) olurken, 2. ve 3. aylarda KN1 ve KSK2 ˆrneklerde ˆnemli ($p<0.01$) dũzeyde artış şeklinde gˆzlenmiřtir. Ancak, en fazla artış depolamanın 2. ve 3. aylarında K ve HSK1 sucuklarında saptanmıştır. Kontrol grubuyla (K) kıyaslandığında ise HSK1 ve KSK1 grupları benzer, HSK2 ve KSK2 grupları ise daha dũřũk seviyede TBA değerine sahip olmuşlardır. Bu sonuēlara gˆre daha yũksek seviyede konsantre kullanımı TBA değerinde dũřũře neden olmuştur.

Genel olarak geleneksel fermente sucuklarda olgunlaştırma boyunca TBA değerinin artış gˆsterdiđi bildirilmiştir (Yalınkılıē vd. 2012). Coşkuner vd. (2010) hem geleneksel fermente hem de ısıl işlem gˆrmũř sucukların depolanması sırasında TBA değerinin arttığını bildirmiştir. Benzer şekilde Soyer ve Ertaş, (2007), geleneksel fermente sucukların depolanması sũrecinde (60 gũn) TBA değerinin arttığını bildirmiştir. Dalmış (2007), depolama sũresi boyunca (90 gũn) geleneksel fermente sucuklarda ve ısıl işlem gˆrmũř sucuklarda TBA değerinin arttığını belirlemiştir. Bu durum doymamış yağ asitlerinin oksidasyona maruz kalarak, malonaldehit gibi daha kısa zincirli sekonder bileşenlere parēalanmasıyla ortaya ēıkmaktadır. Ayrıca etlerde lipit oksidasyonu ˆzerine daha ēok demir iēeren bileşenlerin, ˆzellikle de miyoglobinin etkili olduğu ifade edilmektedir (Karabudak 2003, Kurt 2006). Bozkurt ve Erkmen (2004), geleneksel fermente sucukta iki farklı seviyede nitrat/nitrit kullanımının TBA değerine ˆzerine etkisinin ˆnemli olmadığını bildirmiştir. Fernandez vd. (1997), ortamda nitrit bulunmasının TBA değerinde dũřũře neden olduğunu bildirmiştir. Ordonez vd. (1999) nitritin yaygın olarak kullanılan antioksidan koruyuculardan daha yũksek antioksidan etkisinin olduğunu bildirmiştir.

4.1.6 Kalıntı nitrat miktarı

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen fermente sucukların üretim aşamasında belirlenen kalıntı nitrat miktarları çizelge 4.6'da verilmiştir. Sucuk hamurunda nitrat miktarı, 4.62-133.44 mg/kg, 3. günde 4.01-63.43 mg/kg, 6. günde 3.29-63.43 mg/kg, 9. günde 3.98-47.36 mg/kg ve son üründe 3.82-33.66 mg/kg arasında değişen miktarlarda belirlenmiştir. Fermente sucuklarda üretim sırasında kalıntı nitrat miktarına uygulama ve sürenin birlikte etkisi önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Kalıntı nitrat miktarı sucuk hamurunda en fazla HSK2 ve KSK2 örneklerinde, daha sonra ise HSK1 ve KSK2 örneklerinde ($p<0.01$), en düşük K, KN1 ve KN2 örneklerinde saptanmıştır. İlave edilen bitkisel konsantreler belirli düzeyde nitrit içermesine karşın, henüz nitrite indirgenmemiş nitrat da içermektedirler. Üretimin başında yüksek düzeyde bitkisel kaynak ilave edilen sucuklarda, yüksek kalıntı nitratın nedeni budur. Nitekim üretimin ilerleyen günlerinde kalıntı nitrat miktarı ortamda nitrat indirgeyen bakterilerin faaliyeti ve pH düşüşü ile azalmış ve 12. günde diğer gruplarla benzer düzeylere indirgenmiştir. Son üründe en yüksek kalıntı nitrat miktarları 33.66 mg/kg ile HSK2, 20.05 mg/kg ile KSK2, 18.23 mg/kg ile KSK1 örneklerinde belirlenmiştir. HSK2 örneklerinin kalıntı nitrat miktarları, K, KN1, KN2 ve HSK1 örneklerinin kalıntı nitrat miktarlarından önemli ($p<0.01$) düzeyde yüksek bulunmuştur. Üretim süresi boyunca kalıntı nitrat miktarı K, KN1 ve KN2 gruplarında değişmezken ($p>0.01$), HSK1, HSK2, KSK1 ve KSK2 gruplarında 3., 6., 9 ve 12. günlerde farklı düzeylerde düşüş gözlenmiştir ($p<0.01$). Sucuk örneklerine nitrat indirgeme özelliğine sahip *S. carnosus*'un katılmasıyla birlikte ortamda bulunan nitrat, kereviz suyu konsantresi ve siyah havuç suyu konsantresi içeren örneklerde hem üretim hem de depolama süresi boyunca nitrite indirgenmiştir. Bu ette doğal olarak bulunan mikroorganizmalarla başarılabileceği gibi (MacDuogall vd. 1975, Sebranek 1979, Sanz vd. 1997, Pinotti vd. 2001), nitrat indirgeme özelliğine sahip mikroorganizmaların ortama ilavesi bu dönüşümün daha etkin olarak yapılmasına katkı sağlamaktadır (Sanz vd. 1997). Bu açıdan özellikle bitkisel nitrat kaynağı içeren et ürünlerinde, ilave edilen nitrat indirgeyici starter kültürün etkisini gösterebileceği ortam koşulları ve yeterli sürenin sağlanması, arzu edilen kürlenme işleminin gerçekleştirilmesi için büyük önem taşımaktadır.

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen fermente sucukların depolama aşamasında belirlenen kalıntı nitrat miktarları, çizelge 4.6'da verilmiştir. Varyans analizi sonucu depolama sırasında kalıntı nitrat miktarındaki değişime, süre ve uygulamanın birlikte etkisini göstermiştir ($p<0.01$). Depolama başlangıcında uygulama gruplarında 3.82-33.66 mg/kg, 1. ay sonra 3.09-22.26 mg/kg, 2. ay sonunda 3.19-14.38 mg/kg ve depolama sonunda ise 3.43-14.02 mg/kg arasında değişen oranlarda kalıntı nitrat belirlenmiştir. Depolama süresince K, KN1 ve KN2 gruplarında nitrat miktarında meydana gelen değişim önemsiz ($p>0.01$), bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren HSK1, HSK2, KSK1 ve KSK2 gruplarında ise önemli ($P<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Depolama sonunda HSK2, KSK1 ve KSK2 gruplarının diğer uygulama gruplarından daha yüksek miktarda kalıntı nitrat içerdiği belirlenmiştir. Depolama süresi sonunda bitkisel nitrat/nitrit içeren sucuklarda kalıntı nitrat miktarında düşüş görülmesi ortamda bulunan nitrat indirgeyici bakterilerin faaliyetlerine yavaşta olsa devam ettiklerini göstermektedir.

Geleneksel fermente sucuklarda hem üretim hem de depolama aşamalarında nitrat miktarlarında artış ve azalışlar gözlenmiştir. Bu durum kürlenme prosesi sırasında ortamda bulunan nitritin, tekrar nitrata okside olmasından kaynaklanabilmektedir (Woolford ve Cassens 1977, Cassens vd. 1979, Perez-Rodriguez vd. 1996, Honikel 2008). Burada nitroz asidin (ilave edilen nitrit kaynaklı) rastgele oksidasyon veya redüksiyonu sonucunda nitrik oksit ve nitrat oluşmasına bağlanmaktadır (Dethmers vd. 1975). Bazı çalışmalarda ise zamana bağlı olarak kalıntı nitrit miktarının düştüğü, buna karşın kalıntı nitrat miktarının ise sürekli olarak sabit kaldığı bildirilmektedir (Hustad vd. 1973, Sindelar vd. 2007a). Depolama süresi ve sıcaklığının yanında et ürününün pH değeri de kalıntı nitrat/nitrit miktarı üzerine etkili olmaktadır. Üretim sırasında pH değerinde 0.2 birim gibi düşük bir azalmanın bile renk oluşum hızını iki kata kadar artırarak kalıntı nitrit miktarının azalmasını sağladığını ve nitrit-miyogloblin etkileşimini artırdığı bildirilmiştir (Prusa ve Kregel 1985, Kilic vd. 2001). Ancak Sindelar vd. (2007a) pH ile nitrat, nitrit ve kürlenmeyle ilgili diğer özellikler arasında bir bağlantı belirleyememişlerdir.

Riel vd. (2017), maydanoz ekstrakt tozu içeren Mortadella tipi sosislerde 28 günlük depolama süresi sonunda, başlangıca göre nitrat miktarının arttığını belirlemişlerdir. Sullivan vd. (2012), piyasada satılan nitrat/nitrit ilave edilmeyen ham'larda 7.3-19.9 ppm,

geleneksel kürlenmiş ham'larda ise 15.6-24.8 ppm arasında değişen miktarlarda nitrat belirlemiştir. Sindelar vd. (2007a), farklı miktarlarda kereviz suyu tozu (%0.20 ve %0.40) kullandığı ve farklı inkübasyon süresine (30 ve 120 dakika) tabi tuttuğu emülsifiye pişmiş sosislerde inkübasyon öncesinde kereviz suyu konsantresi içeren sosislerde 51.2-99.6 ppm arasında değişen seviyelerde nitrat belirlerken, kimyasal nitrit içeren sosislerde 34.8 ppm nitrat belirlemişlerdir. Inkübasyon süresi sonunda ise kereviz suyu tozu içeren sosislerde 14.0-89.7 ppm nitrat belirlerken, kimyasal nitrit içeren sosislerde ise nitrat belirlememişlerdir. Söz konusu sosislere ısıt  şlem uygulandığında ise kereviz suyu tozu içeren sosislerde 9.3-73.6 ppm aralığında, kimyasal nitrit içeren sosislerde ise 33 ppm nitrat belirlemişlerdir. 90 gün depolama süresi sonunda ise; kereviz suyu tozu içeren sosislerde 9.8-77.2 ppm, kimyasal nitrit içeren sosislerde ise 32.5 ppm nitrat belirlemişlerdir. Buna karşın Sindelar (2006), kereviz suyu tozu kullanılan tüketime hazır kürlenmemiş ham'larda, depolama sırasında nitrat miktarında azalma gözlemiştir. Gipe (2012), doğal nitrat, doğal nitrit ve kimyasal nitrit içeren Bacon'ların depolanması süresince (42 gün) kalıntı nitrat miktarının depolama başında azaldığını, ortalara doğru arttığını, depolama sonuna doğru ise tekrar azaldığını belirlemiştir.

4.1.7 Kalıntı nitrit miktarı

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen fermente sucukların üretim aşamasında belirlenen kalıntı nitrit miktarları,  izelge 4.7'de verilmiştir. Yapılan varyans analizi, üretim sırasında kalıntı nitrit miktarına uygulama ve sürenin birlikte etkisinin önemli ($p<0.01$) olduğunu göstermiştir. Fermente sucuk üretiminde, sucuk hamurunda 4.47-40.09 mg/kg, 3. günde 4.53-15.91 mg/kg, 6. günde, 4.74-16.95 mg/kg, 9. günde 3.30-17.04 mg/kg ve son üründe (12. gün) 3.57-16.53 mg/kg arasında değişen miktarlarda kalıntı nitrit belirlenmiştir. Kalıntı nitrit miktarı her bir üretim aşamasında en düşük K örneklerde ($p<0.01$) belirlenirken, nitrit kaynağı içeren diğer gruplarda başlangıç kalıntı nitrit miktarı ile 3. gün (fermantasyon sonrası) miktarları arasındaki fark önemli ($p<0.01$) olmuştur. Üretim sonunda en yüksek kalıntı nitrit miktarları; KN2, HSK1, HSK2 ve KSK1 gruplarında ($p>0.01$) belirlenmiştir. Son üründe bitkisel nitrat/nitrit kaynağı kullanılan sucukların kalıntı nitrit miktarı 150 ppm, kimyasal nitrit kullanılan sucuklardan sayısal olarak daha yüksek olsa da istatistiksel olarak fark belirlenmemiştir.

Çizelge 4.7 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını içeren sucuklarda üretim sırasında belirlenen kalıntı nitrit miktarları (mg/kg)

Süre	Uygulama Grubu *				
	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2
Gün					
				Üretim ^{1, 2, 3}	
0	4.47±0.03 ^{Ea}	19.43±3.36 ^{Ca}	40.09±1.99 ^{Aa}	14.38±2.35 ^{Da}	23.56±0.96 ^{Ba}
3	4.53±0.23 ^{Da}	10.09±0.66 ^{BCb}	7.59±0.68 ^{CDc}	9.52±0.54 ^{BCb}	12.12±0.76 ^{ABc}
6	4.74±0.82 ^{Da}	8.53±0.22 ^{CDb}	12.38±1.63 ^{BCb}	15.84±1.16 ^{ABa}	15.16±1.00 ^{ABbc}
9	3.30±0.17 ^{Da}	9.75±0.14 ^{Cb}	12.38±2.82 ^{BCb}	12.34±1.09 ^{BCab}	14.90±0.29 ^{ABbc}
12	3.57±0.12 ^{Da}	9.65±0.27 ^{Cb}	12.43±0.47 ^{ABCb}	15.17±0.29 ^{ABa}	16.53±0.70 ^{Ab}
Ay					
				Depolama ^{1, 2, 3}	
0	3.58±0.12 ^{Da}	9.65±0.27 ^{Ca}	12.43±0.47 ^{Ba}	15.17±0.29 ^{Aa}	16.53±0.70 ^{Aa}
1	2.23±0.32 ^{Ca}	6.98±0.53 ^{Ba}	7.40±0.11 ^{ABb}	8.83±0.69 ^{ABc}	7.75±0.82 ^{ABb}
2	2.24±0.35 ^{Ca}	7.15±0.18 ^{Ba}	7.45±0.55 ^{Bb}	9.73±1.54 ^{ABbc}	8.56±0.57 ^{ABb}
3	1.78±0.12 ^{Ca}	4.30±0.15 ^{Cb}	8.73±0.06 ^{Bb}	12.30±0.27 ^{Ab}	9.56±1.07 ^{ABb}

* K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

¹ Sonuçlar iki tekrerrüt ortalaması ± standart sapması olarak verilmiştir.

² Her bir sütunda (a.b.c...d) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

³ Her satırda (A.B.C...→) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

Sucuk hamurunda ilave edilen nitrit miktarından daha düşük kalıntı nitrit belirlenmesi, muhtemelen sucuk hamurunun hazırlanması sırasında nitritin hızlı bir şekilde et bileşenleri ile reaksiyona girmesinden kaynaklanmış olabilmektedir.

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen fermente sucukların depolama aşamasında belirlenen kalıntı nitrit miktarları, çizelge 4.7’de verilmiştir. Yapılan varyans analizi uygulama x süre interaksiyonunun etkisinin önemli ($p < 0.01$) düzeyde olduğunu göstermiştir. Kalıntı nitrit miktarının depolama başlangıcında 3.58-16.53 mg/kg, 1 ay sonra 2.23-10.09 mg/kg, 2 ay sonra 2.24-11.32 mg/kg ve depolama süresi sonunda ise 1.78-12.30 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. K ve KSK2 gruplarında depolama başlangıcı ve depolama sonu arasında nitrit düzeyi bakımından meydana gelen değişimin önemli ($p > 0.01$) düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Diğer uygulama gruplarında ise kalıntı nitrit miktarı depolama başlangıcına göre düşüş göstermiştir. Depolama süresi sonunda HSK2, KSK1 ve KSK2 grupları, 150 ppm kimyasal nitrit içeren KN2 grubuyla kalıntı nitrit miktarı bakımından benzer özellik gösterirken, HSK1 grubunda kalıntı nitrit miktarı bu gruplardan daha yüksek düzeyde belirlenmiştir.

Et ürünleri üzerine yapılan çeşitli araştırmalarda geleneksel kürlleme işlemi uygulanan et ürünlerinde belirlenen kalıntı nitrit miktarının, bitkisel nitrat/nitrit kaynağı kullanılan et ürünlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Myers vd. 2013, Redfield ve Sullivan 2015, Choi vd. 2017, Hwang vd. 2018). Bu durumun ilave edilen bitkisel kaynağın içerdiği bileşenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Fernandez-Lopez vd. 2007, Fernandez-Lopez vd. 2008, Özdemir vd. 2009). Bazı çalışmalarda ise et ürünlerinde kimyasal nitrit kullanımıyla, bitkisel nitrat/nitrit kaynağı kullanımı arasında kalıntı nitrit miktarı arasında fark belirlenememiştir (Magrinya vd. 2009, Sucu ve Turp 2018). Yapılan diğer çalışmalarda ise bitkisel nitrat kaynağı kullanılan et ürünlerinde kalıntı miktarı, geleneksel kürlleme işlemi uygulanan et ürünlerinden daha yüksek düzeyde belirlenmiştir (Jackson vd. 2011, Xi vd. 2011, Bertol vd. 2012, Gipe 2012, Sullivan vd. 2012, Horsch vd. 2014).

Üretim ve depolama sırasında oluşan nitrit miktarı büyük oranda kullanılan alternatif nitrat miktarına bağımlı olsa da üründe oluşan nitrit miktarını tam olarak belirlemenin oldukça güç olduğu bildirilmektedir (Sindelar 2014, Riel vd. 2017). Et ürünlerinde tespit edilen kalıntı nitrit miktarı; et ürününün çeşidine, işleme koşullarına, ortamda bulunan miyoglobine, heme olmayan proteinlere, lipitlere, oksidasyon-redüksiyon potansiyeline, ortam pH değerine, mikroorganizma yükü gibi faktörlere ve kütleme, ısıtma işlemi, fumigasyon ve paketlenme gibi teknolojik uygulamalara bağlı olduğundan, analitik olarak belirlenen nitrit veya nitrat miktarı başlangıçta ilave edilen koruyucu miktarı hakkında doğrudan bir bilgi verememektedir (Jantawat vd. 1993, Cassens 1997a, Ahn vd. 2002, European Food Safety Authority 2003). İlave edilen starter kültürün laktik asit oluşumu yoluyla pH'yı hızlı bir şekilde düşürdüğü ve bu yolla da kalıntı nitrit miktarının azalmasına katkı sağladığı bildirilmiştir (Chen vd. 2016). Özellikle uzun süreli depolama işleminin son aşamasında belirlenen kalıntı nitrit miktarının oldukça değişken olduğu bildirilmiştir. Bu durumun özellikle nitritin ara bileşiklere dönüşerek et bileşenleri ile reaksiyona girmesinden kaynaklandığı bildirilmektedir (Honikel 2008). Ekici vd. (2015), sadece kara havuç konsantresi ilave ettiği sucuklarda son üründe kalıntı nitrit tespit edemezken, kara havuç konsantresi ve kimyasal nitriti birlikte ilave ettiği sucuklarda 7.25-8.51 ppm arasında değişen miktarlarda kalıntı nitrit belirlemiştir.

4.1.8 Biyojen aminler

Biyojen aminler, halk sağlığına olumsuz etkileri nedeniyle gıdalarda fazla miktarda oluşması istenmeyen bileşiklerdir. Fermente et ürünlerinin biyojen aminlerin oluşumu için uygun bir ortam oluşturması nedeniyle son yıllarda üzerinde durulmaktadır. Bu tip ürünler fermentasyon işlemi sırasında yüksek mikrobiyal aktiviteleri, proteolitik aktiviteleri (biyojen amin oluşumunda öncü bileşikler olan amino asitlerin oluşmasına neden olur) ve düşük asitlikleri (amino asit dekarboksilasyonuna neden olur) nedeniyle biyojen amin oluşumu için elverişli ortamlardır (Rodríguez-González vd. 2020). Farklı düzeylerde ve farklı nitrat/nitrit kaynakları ilave edilerek üretilen fermente sucukların üretim ve depolama sırasında biyojen amin miktarlarındaki değişim çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda üretim ve depolama aşamalarında belirlenen biyojen amin miktarları (mg/kg)

Süre	Uygulama Grubu*				
	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2
Triptamin Miktarı Üretim ^{1, 2, 3}					
Gün					
0	3.43±0.02 ^{Ac}	3.53±0.00 ^{Ad}	0.00 ^{Ac}	0.00 ^{Ac}	1.61±2.27 ^{Ad}
3	13.75±1.46 ^{Abc}	17.05±3.54 ^{AcD}	10.96±1.50 ^{Abc}	15.49±2.81 ^{Abc}	12.30±0.88 ^{AcD}
6	26.68±4.62 ^{Aab}	31.74±0.45 ^{Abc}	26.50±1.86 ^{Ab}	30.15±1.08 ^{Ab}	25.76±2.04 ^{Ac}
9	28.60±1.61 ^{Bab}	40.31±2.20 ^{ABb}	52.38±13.01 ^{Aa}	48.67±0.96 ^{Aa}	43.98±10.70 ^{ABb}
12	41.95±11.42 ^{Ca}	58.72±1.71 ^{Ba}	53.89±4.27 ^{BCa}	59.40±14.5 ^{Ba}	75.61±1.61 ^{Aa}
Ay					
Triptamin Miktarı Depolama ^{1, 2, 4}					
0	41.95±11.42 ^{Cb}	58.72±1.71 ^{Ba}	53.89±4.27 ^{Bc}	59.4±14.5 ^{Ba}	75.61±1.61 ^{Aa}
1	45.07±9.23 ^{CDab}	53.19±3.53 ^{CDab}	86.50±4.94 ^{Aa}	60.28±2.29 ^{BCa}	74.55±5.57 ^{ABa}
2	53.15±0.37 ^{BCa}	54.60±2.06 ^{BCab}	79.87±3.70 ^{Aab}	54.45±0.61 ^{BCa}	67.92±3.35 ^{ABa}
3	36.34±2.92 ^{Cb}	64.67±3.43 ^{ABa}	68.56±1.17 ^{ABb}	57.53±0.13 ^{Ba}	72.00±3.87 ^{Aa}
Gün					
Feniletilamin Miktarı Üretim ^{1, 2, 3}					
0	0.00 ^{Ad}	0.00 ^{Ad}	0.00 ^{Ad}	0.00 ^{Ad}	0.00 ^{Ad}
3	5.79±0.28 ^{Ac}	7.12±0.09 ^{Ac}	5.03±0.33 ^{Ac}	6.24±0.57 ^{Ac}	6.14±0.57 ^{Ac}
6	9.80±1.48 ^{Ab}	13.49±0.05 ^{Ab}	11.06±0.66 ^{Ab}	12.42±0.47 ^{Ab}	10.82±0.03 ^{Ab}
9	16.45±1.02 ^{Aa}	20.47±0.38 ^{Aa}	19.73±0.86 ^{Aa}	17.50±1.27 ^{Aa}	18.47±1.62 ^{Aa}
12	19.12±2.54 ^{ABa}	22.99±1.22 ^{Aa}	20.86±0.27 ^{ABa}	19.30±1.80 ^{ABa}	21.50±0.79 ^{Aa}
Ay					
Feniletilamin Miktarı Depolama ^{1, 2, 3}					
0	19.12±2.54 ^{Ab}	22.99±1.22 ^{Aa}	20.86±0.27 ^{Aa}	19.30±1.80 ^{Aa}	21.50±0.79 ^{Aa}
1	17.85±1.00 ^{Bb}	24.92±1.70 ^{ABa}	24.37±0.45 ^{ABa}	22.03±0.79 ^{ABa}	25.82±0.42 ^{Aa}
2	20.82±0.01 ^{ABab}	25.28±6.44 ^{Aa}	23.74±1.79 ^{Aa}	15.58±3.23 ^{Ba}	22.05±0.67 ^{ABa}
3	26.46±0.02 ^{ABa}	29.05±1.75 ^{Aa}	26.16±2.59 ^{ABa}	20.89±1.57 ^{Ba}	24.50±0.42 ^{ABa}

Çizelge 4.8 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda üretim ve depolama aşamalarında belirlenen biyojen amin miktarları (mg/kg) (devam)

	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
Gün	Kadaverin Miktarı Üretim ^{1,2,3}						
0	0.00 ^{Ad}	0.00A ^d	0.00 ^{Ad}	0.00 ^{Ad}	0.00 ^{Ad}	0.00 ^{Ad}	0.00 ^{Ac}
3	12.15±0.58 ^{Ac}	14.94±0.18 ^{Ac}	10.55±0.70 ^{Ac}	13.10±1.19 ^{Ac}	12.88±1.20 ^{Ac}	13.49±2.08 ^{Ac}	13.19±0.30 ^{Ab}
6	20.57±3.11 ^{Ab}	28.32±0.10 ^{Ab}	23.22±1.38 ^{Ab}	26.07±1.00 ^{Ab}	22.73±0.06 ^{Ab}	22.43±3.86 ^{Ab}	20.99±2.60 ^{Ab}
9	34.54±2.14 ^{Aa}	42.97±0.79 ^{Aa}	41.44±1.80 ^{Aa}	36.75±2.67 ^{Aa}	38.78±3.40 ^{Aa}	38.91±0.65 ^{Aa}	34.22±3.25 ^{Aa}
12	40.14±5.32 ^{ABa}	48.28±2.57 ^{Aa}	43.81±0.57 ^{ABa}	40.52±3.76 ^{ABa}	45.15±1.66 ^{Aa}	41.11±1.41 ^{ABa}	36.37±12.59 ^{Ba}
Ay	Kadaverin Miktarı Depolama ^{1,2,3}						
0	40.14±5.32 ^{Ab}	48.28±2.57 ^{Aa}	43.81±0.57 ^{Aa}	40.52±3.76 ^{Aa}	45.15±1.66 ^{Aa}	41.11±1.41 ^{Aa}	36.37±12.59 ^{Ab}
1	37.49±2.11 ^{Bb}	52.32±3.59 ^{Aa}	51.16±0.95 ^{Aa}	46.26±1.63 ^{ABa}	54.22±0.88 ^{Aa}	53.90±3.04 ^{Aa}	47.16±4.26 ^{ABab}
2	43.71±0.01 ^{Aab}	53.08±13.53 ^{Aa}	55.91±1.53 ^{Aa}	44.51±0.10 ^{Aa}	52.48±1.29 ^{Aa}	53.21±3.46 ^{Aa}	53.73±0.05 ^{Aa}
3	55.55±0.04 ^{ABa}	61.00±3.66 ^{Aa}	54.93±5.44 ^{ABa}	43.87±3.30 ^{Ba}	51.45±0.89 ^{ABa}	50.72±7.40 ^{ABa}	52.64±0.27 ^{ABa}
Gün	Putresin Miktarı Üretim ^{1,2,3}						
0	0.00 ^{Ad}	4.28±0.52 ^{Ad}	4.46±0.18 ^{Ad}	4.10±0.36 ^{Ad}	4.41±0.74 ^{Ad}	3.88±0.56 ^{Ad}	4.05±0.04 ^{Ad}
3	0.00 ^{Bd}	8.89±1.58 ^{Ac}	9.54±0.97 ^{Ac}	7.13±0.06 ^{ABd}	10.53±1.37 ^{Ac}	10.22±0.02 ^{Ac}	9.48±0.72 ^{Ac}
6	14.91±1.68 ^{Ac}	15.70±1.19 ^{Ac}	12.50±0.55 ^{Ac}	18.54±0.76 ^{Ac}	16.12±0.38 ^{Ac}	15.92±1.96 ^{Ac}	13.47±1.36 ^{Ac}
9	31.18±4.08 ^{ABb}	32.42±1.21 ^{ABb}	26.75±1.32 ^{Bb}	39.17±3.47 ^{Ab}	37.55±0.30 ^{Ab}	33.81±0.51 ^{ABb}	31.18±1.65 ^{ABb}
12	47.02±5.35 ^{ABa}	45.11±2.64 ^{BCa}	38.92±0.05 ^{Ca}	48.47±3.51 ^{ABa}	53.51±2.28 ^{Aa}	47.07±1.38 ^{ABa}	41.42±12.05 ^{BCa}
Ay	Putresin Miktarı Depolama ^{1,2,3}						
0	47.02±5.35 ^{Ab}	45.11±2.64 ^{Ac}	38.92±0.05 ^{Ab}	48.47±3.51 ^{Ab}	53.51±2.28 ^{Ab}	47.07±1.38 ^{Ac}	41.42±12.05 ^{Ab}
1	46.16±1.57 ^{Ab}	55.20±2.1 ^{Abc}	45.74±0.73 ^{Ab}	62.51±0.89 ^{Ab}	61.78±1.34 ^{Ab}	64.30±4.45 ^{Abc}	54.89±8.59 ^{Ab}
2	52.46±1.20 ^{ABb}	70.30±21.4 ^{Ab}	51.37±4.54 ^{ABab}	46.20±10.34 ^{Bb}	70.49±2.58 ^{Ab}	70.73±2.39 ^{Ab}	59.14±10.78 ^{ABb}
3	93.87±0.16 ^{Aa}	90.12±4.62 ^{Aa}	65.82±6.29 ^{Ba}	82.51±6.77 ^{Aa}	91.24±0.32 ^{Aa}	90.14±11.84 ^{Aa}	87.67±2.04 ^{Aa}

Çizelge 4.8 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda üretim ve depolama aşamalarında belirlenen biyojen amin miktarları (mg/kg) (devam)

	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
Gün	Histamin Miktarı Üretim ^{1, 2, 3}						
0	4.28±0.12 ^{Ad}	4.57±0.14 ^{Ab}	4.18±0.22 ^{Aa}	4.24±0.50 ^{Ac}	4.32±0.36 ^{Ac}	4.79±0.25 ^{Ac}	1.79±0.16 ^{Ad}
3	13.51±1.11 ^{ABc}	6.07±0.07 ^{BCb}	4.26±0.73 ^{Ca}	14.93±0.04 ^{Ab}	16.82±0.11 ^{Ad}	13.27±2.26 ^{ABb}	13.77±0.71 ^{ABc}
6	22.37±2.99 ^{Bb}	7.97±0.61 ^{Cb}	6.15±0.96 ^{Ca}	31.88±1.57 ^{Aa}	25.17±0.85 ^{ABc}	20.21±2.73 ^{Bb}	22.77±1.86 ^{Bb}
9	34.41±3.68 ^{ABa}	11.28±0.63 ^{Cb}	8.82±0.73 ^{Ca}	35.47±3.39 ^{ABa}	39.24±8.70 ^{Ab}	28.96±1.59 ^{Ba}	31.76±2.66 ^{ABa}
12	35.11±3.00 ^{Ba}	19.60±1.02 ^{Ca}	10.47±1.14 ^{Da}	35.63±6.28 ^{Ba}	48.64±9.15 ^{Aa}	33.85±1.63 ^{Ba}	35.382±4.16 ^{Ba}
Ay	Histamin Miktarı Depolama ^{1, 2, 3}						
0	35.11±3.00 ^{ABa}	19.60±1.02 ^{BCab}	10.47±1.14 ^{Cb}	35.63±6.28 ^{ABa}	48.64±9.15 ^{Aa}	33.85±1.63 ^{ABa}	35.38±4.16 ^{ABb}
1	35.54±0.43 ^{Aa}	14.99±1.57 ^{Bb}	13.93±0.17 ^{Bab}	44.68±3.12 ^{Aa}	41.38±1.91 ^{Aa}	44.49±6.75 ^{Aa}	38.98±2.36 ^{Ab}
2	32.64±1.42 ^{ABa}	26.8±14.2 ^{BCab}	16.36±1.45 ^{Cab}	46.78±2.09 ^{Aa}	44.46±3.34 ^{Aa}	43.07±4.64 ^{ABa}	38.84±5.84 ^{ABb}
3	48.29±3.82 ^{BCa}	32.54±9.39 ^{Da}	28.99±0.54 ^{Da}	47.58±3.19 ^{BCa}	54.16±0.66 ^{Ba}	48.60±6.12 ^{BCa}	80.80±15.00 ^{Aa}
Gün	Tiramin Miktarı Üretim ^{1, 2, 3}						
0	0.00 ^{Ac}	0.00 ^{Ad}	0.00 ^{Ac}	0.00 ^{Ad}	0.00 ^{Ad}	0.00 ^{Ac}	0.00 ^{Ac}
3	80.30±4.61 ^{ABd}	91.99±7.56 ^{Ac}	71.39±5.25 ^{Bd}	84.46±1.10 ^{ABc}	85.99±0.37 ^{ABc}	90.35±9.74 ^{ABd}	84.97±1.22 ^{ABd}
6	134.54±3.01 ^{Bc}	165.60±2.96 ^{Ab}	146.52±7.54 ^{ABc}	165.38±6.44 ^{Ab}	148.86±2.03 ^{ABb}	153.25±9.77 ^{ABc}	143.31±7.93 ^{Bc}
9	206.91±4.12 ^{Bb}	239.79±8.08 ^{Aa}	190.44±2.66 ^{Bb}	240.88±13.57 ^{Aa}	234.36±10.23 ^{Aa}	249.21±2.77 ^{Aa}	233.77±11.52 ^{Aa}
12	229.25±0.36 ^{Ba}	251.94±0.94 ^{Aa}	241.56±7.93 ^{ABa}	257.57±5.03 ^{Aa}	247.52±4.51 ^{ABa}	217.69±4.03 ^{Cb}	213.20±19.10 ^{Cb}
Ay	Tiramin Miktarı Depolama ^{1, 2, 3}						
0	229.25±0.36 ^{BCa}	251.94±0.94 ^{ABb}	241.56±7.93 ^{ABc}	257.57±5.03 ^{Aa}	247.52±4.51 ^{ABb}	217.69±4.03 ^{Cc}	213.20±19.10 ^{Cc}
1	241.86±2.25 ^{Ea}	265.26±11.34 ^{CDb}	280.33±7.76 ^{BCb}	249.95±8.53 ^{DEa}	299.69±10.21 ^{ABa}	307.21±11.89 ^{Ab}	296.00±5.31 ^{ABb}
2	240.09±4.75 ^{BCa}	258.01±3.37 ^{Bb}	298.19±4.74 ^{Aab}	222.15±13.09 ^{Cb}	300.18±0.18 ^{Aa}	321.52±10.87 ^{Aa}	313.84±2.74 ^{Ab}
3	249.80±2.77 ^{Ea}	311.14±11.25 ^{Ba}	305.06±2.37 ^{BCa}	270.38±6.87 ^{Da}	319.78±3.06 ^{Ba}	309.02±10.64 ^{Bb}	332.36±6.17 ^{Aa}

Çizelge 4.8 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda üretim ve depolama aşamalarında belirlenen biyojen amin miktarları (mg/kg) (devam)

	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
Gün	Spermidin Miktarı Üretim ^{1,2,3}						
0	28.11±0.12 ^{Aa}	30.06±0.11 ^{Aa}	30.49±0.37 ^{Abc}	33.72±1.60 ^{Aa}	26.88±2.85 ^{Ac}	29.46±5.33 ^{Ab}	30.77±0.15 ^{Aa}
3	32.84±2.48 ^{Aa}	36.58±4.77 ^{Aa}	29.55±1.11 ^{Ab}	39.12±3.09 ^{Aa}	31.94±0.23 ^{Abc}	37.37±5.29 ^{Aab}	32.34±0.86 ^{Aa}
6	30.16±2.29 ^{Aa}	35.71±0.54 ^{Aa}	33.58±2.47 ^{Abc}	35.87±3.34 ^{Aa}	32.00±3.05 ^{Abc}	34.03±2.30 ^{Aab}	30.07±1.48 ^{Aa}
9	27.86±1.32 ^{Ba}	34.96±1.40 ^{ABa}	39.88±4.39 ^{Aab}	41.98±1.81 ^{Aa}	41.23±4.64 ^{Aab}	35.73±8.32 ^{ABab}	32.22±2.02 ^{ABa}
12	35.25±8.76 ^{Ba}	34.08±6.32 ^{Ba}	42.50±2.55 ^{ABa}	39.76±2.08 ^{ABa}	47.19±1.17 ^{Aa}	43.43±1.88 ^{ABa}	37.76±2.90 ^{ABa}
Ay	Spermidin Miktarı Depolama ^{1,3}						
0	35.25±8.76 ^C	34.08±6.32 ^C	42.50±2.55 ^{BC}	39.76±2.08 ^{BC}	47.19±1.17 ^A	43.43±1.88 ^B	37.76±2.90 ^{BC}
1	35.68±0.87 ^{BC}	32.33±0.27 ^C	49.55±1.01 ^A	41.13±0.29 ^B	36.81±3.52 ^{BC}	35.97±0.46 ^{BC}	35.54±2.01 ^{BC}
2	34.31±1.31 ^B	33.33±0.82 ^B	50.96±3.02 ^A	38.85±1.18 ^B	39.89±1.25 ^B	35.16±0.85 ^B	35.32±2.36 ^B
3	37.19±1.41 ^B	34.59±0.61 ^B	53.23±0.44 ^A	39.99±1.07 ^B	40.68±0.65 ^B	36.85±1.95 ^B	33.39±0.74 ^B
Gün	Spermin Miktarı Üretim ^{1,2}						
0	11.19±0.94 ^c	12.07±0.74 ^c	14.02±0.01 ^{bc}	15.69±6.76 ^{bc}	11.30±0.66 ^b	11.70±0.18 ^b	13.25±0.41 ^{ab}
3	11.51±1.08 ^c	13.53±3.26 ^c	8.93±1.65 ^c	10.63±0.08 ^c	10.95±0.95 ^b	11.80±1.77 ^b	11.02±0.12 ^b
6	13.99±0.96 ^{bc}	16.18±0.74 ^{bc}	15.91±1.43 ^b	16.90±0.69 ^{bc}	13.88±0.37 ^b	14.01±2.36 ^b	12.73±1.41 ^{ab}
9	18.54±1.08 ^{ab}	21.09±1.05 ^{ab}	19.75±1.94 ^{ab}	24.40±7.52 ^a	21.82±0.79 ^a	22.30±1.38 ^a	18.89±0.88 ^a
12	22.52±3.96 ^a	23.27±1.07 ^a	22.81±1.70 ^a	20.13±4.33 ^{ab}	22.19±1.04 ^a	21.44±1.00 ^a	18.01±3.07 ^a
Ay	Spermin Miktarı Depolama ¹						
0	22.52±3.96	23.27±1.07	22.81±1.70	20.13±4.33	22.19±1.04	21.44±1.00	18.01±3.07
1	19.37±1.03	18.60±1.43	24.23±0.67	22.60±2.36	21.35±3.25	22.26±1.93	17.38±4.74
2	21.67±1.36	22.05±0.51	20.14±2.35	21.19±0.40	17.40±2.24	22.21±1.65	19.51±1.87
3	22.55±2.68	19.02±0.16	22.85±5.82	22.40±0.30	19.01±1.63	22.60±0.59	20.37±2.44

* K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

¹ Sonuçlar iki tekerrür ortalaması ± standart sapması olarak verilmiştir.

² Her bir sütunda (a,b,c,...) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

³ Her bir satırda (A,B,C,...→) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

⁴ Her bir satırda (A,B,C,...→) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05).

Sucuklarda üretim ve depolama sırasında biyojen amin oluşumuna farklı nitrat/nitrit kaynaklarının ve sürenin etkisini belirlemek üzere yapılan varyans analizi sonucu; triptamin, feniletilamin, kadaverin, putresin, histamin, tiramin ve spermidin miktarlarına uygulama ve süre interaksiyonunun önemli ($p<0.01$, 0.05) düzeyde, üretim aşamasında spermin miktarına sürenin etkisinin önemli ($p<0.01$) düzeyde, depolama aşamasında ise süre ve uygulamanın etkisinin önemli olmadığını ($p>0.01$) göstermiştir (çizelge 4.8).

Sucuk hamurunda en fazla spermidin (26.88-33.72 mg/kg) ve spermin (11.19-15.69 mg/kg) bulunurken, bu aminleri histamin (1.79-4.79 mg/kg), putresin (0- 4.46 mg/kg) ve triptamin (0-4.51 mg/kg) izlemiştir. Sucuk hamurunda; kadaverin, feniletilamin ve tiramin saptanmamıştır. Ancak tüm biyojen aminler üretim sırasında önemli ($p<0.01$) düzeyde ancak farklı düzeylerde artış göstermiştir. Üretimin sonunda (12.gün) tiramin 213.20-257.57 mg/kg, triptamin 24.04-75.61 mg/kg, histamin 10.47-48.64 mg/kg, kadaverin 36.37-48.28 mg/kg, putresin 38.92-53.51 mg/kg, feniletilamin 19.12-22.99 mg/kg ve spermin 18.01-23.27 mg/kg düzeylerine artmıştır ($p<0.01$). Spermidin miktarları; K, KN1, HSK1 ve KSK2 sucuklarda önemli bir değişim göstermemiştir.

Farklı nitrat/nitrit kaynakları ilavesinin üretim sırasında sucuklarda biyojen amin oluşumuna etkisi incelendiğinde de, farklı üretim sürelerinde gruplar arasında önemli ($p<0.01$) düzeylerde olduğu gözlenmiştir. Bitkisel kaynaklar içerisinde yüksek HSK içeren örneklerde, üretim sonunda; triptamin, feniletilamin, putresin ve histamin miktarları yüksek çıkmıştır. Bu durum siyah havuç suyu konsantresinde yer alan bazı bileşiklerin de biyojen amin oluşumunu teşvik etme olasılığını düşündürmektedir. Diğer yandan HSK1, KSK1 ve KSK2 örneklerinin histamin içerikleri, HSK2 örneklerinden düşük ($p<0.01$), ancak kimyasal nitrit içeren örneklerden yüksek ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Fermente sucuklarda elde edilen sonuçlara göre; ortamda nitrat ve nitrit varlığı triptamin miktarında artışa neden olmuştur. Ancak bu sonuçların tersine Genççelep (2006), farklı düzeylerde nitrit ilavesinin (75 ve 150 ppm) triptamin oluşumunu engellediğini, Kurt ve Zorba (2010), ise sucuklarda farklı düzeylerde nitrit ilavesinin triptamin oluşumunu

engellemediği, ancak oluşan triptamin miktarını azalttığını bildirmiştir. Bozkurt ve Erkmen (2002), fermente sucuklarda farklı düzeylerde nitrat (0, 150 ve 300 ppm) ve farklı düzeylerde nitrit (0, 75 ve 150 ppm) kullanımının triptamin miktarında meydana gelen değişim üzerine etkisinin önemsiz olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada nitrit/nitrat içermeyen kontrol grubu dahil farklı oranda nitrit/nitrat içeren grupların tamamında değişik düzeylerde triptamin oluşması, farklı oranda nitrat/nitrat ilavesiyle triptamin oluşumu arasında bir bağ kurmayı zorlaştırmaktadır. Ancak fermente sucuklarda daha uzun olgunlaştırma süresi, daha yüksek oranda triptamin oluşumuyla sonuçlanmıştır. Piyasadan temin edilen sucuklarda, Şenöz vd. (2010) 0-619 mg/kg, Gençcelep vd. (2008) 0-82.3 mg/kg ve Ekici ve Omer (2018) 11.10-40.88 mg/kg arasında değişen oranlarda triptamin belirlemişlerdir. Bu çalışmayla söz konusu çalışmaların sonuçları karşılaştırıldığında, birbirinden oldukça farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu nedenle nitrat/nitrit kullanımının triptamin miktarı üzerine etkisi hakkında bir hüküm vermek oldukça zordur. Ayrıca bu çalışmada starter kültür olarak kullanılan *Staphylococcus carnosus*'un deneysel koşullarda triptamin oluşturduğu bildirilmiştir (Masson vd. 2006, Alfaia vd. 2018). Benzer şekilde Durlu-Özkaya vd. (2001), *Enterobacteriaceae* türlerinin besi yerlerinde triptamin oluşturabileceğini belirlemişlerdir. Ansorena vd. (2002), *Pediococcus pentosaceus* suşlarının ne deneysel ortamda, ne de et ürünlerinde biyojen amin oluşturmadıklarını bildirmiştir. Söz konusu çalışmaların sonucuna bağlı olarak bu çalışmada triptamin oluşumu, büyük olasılıkla *Staphylococcus carnosus* ve hammadde kaynaklı *Enterobacteriaceae* türlerinin dekarboksilasyon aktivitesinden kaynaklanmaktadır. Kuru fermente sosislerde triptamin tespit edilememekte veya oldukça düşük düzeylerde tespit edilebilmektedir (Ruiz-Capillas ve Jimenez-Colmenero 2004).

Gençcelep (2006), starter kültür kullanılmayan, nitrit ilavesiz sucuklarda olgunlaştırma süresi sonunda 56.85 mg/kg feniletilamin belirlerken, nitrit içeren örneklerde belirlememiştir. Starter kültür kullanılan sucuklarda ise hem nitrit içermeyen hem de nitrit (75 ve 150 ppm) ilave edilen örneklerde feniletilamin belirlememiştir. Kurt ve Zorba (2010), sucuklarda nitrit ilavesinin feniletilamin miktarında azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada fermente sucuklarda nitrat/nitrit içermeyen kontrol grubunda, farklı düzeylerde nitrat/nitrit içeren uygulama gruplarıyla benzer düzeylerde feniletilamin

oluşumu gözlenmesi, nitrat/nitrit kullanımının feniletilamin oluşumu üzerine etkisinin önemli olmadığı fikrine yol açmakta olup, diğer iki araştırmanın bulgularıyla ters düşmektedir. Ayrıca yüksek düzeylerde tiramin oluşumunun, feniletilamin oluşumuna yol açabileceği bildirilmiştir (Pereira vd. 2001, Suzzi ve Gardini 2003). Bu çalışmada sucuk örneklerinde en fazla bulunan biyogen aminin tiramin olması bu görüşü desteklemektedir. Fermente sucuklarda feniletilamin miktarının ısıtma işlemi görmüş sucuklardan daha fazla olması, olgunlaştırma işlemin feniletilamin oluşumunda önemli etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Fermente sucuklarda olgunlaşma sırasında feniletilamin oluşumu, özellikle starter kültür veya bulaş floranın etkisiyle oluşma olasılığını artırmaktadır. Ansorena vd. (2002), *Staphylococcus carnosus*'a ait bazı suşların feniletilamin ürettiğini, buna karşın *Pediococcus pentosaceus*'un ise üretmediğini belirlemiştir. Masson vd. (1996) ve Alfaia vd. (2018), *S. carnosus*'un feniletilamin ürettiğini bildirmiştir. Durlu-Özkaya vd. (2001); ise *Enterobacteriaceae* türlerinin kültür ortamında feniletilamin oluşturabildiğini bildirmiştir. Bu verilere göre bu çalışmada feniletilamin oluşumunun *S. carnosus* ve *Enterobacteriaceae* kaynaklı olma ihtimalini artırmaktadır. Sucuk örneklerinde Gençcelep vd. (2008) 0-20.3 mg/kg, Ekici ve Omer (2018) 2.21-37.75 mg/kg arasında değişen oranlarda feniletilamin belirlerken, Ayhan vd. (1999), Bozkurt ve Erkmen (2002) ve Kurt ve Zorba (2009) sucuk örneklerinde feniletilamin tespit edememiştir. Komprda vd. (2009) fermente sosislerde olgunlaştırma ve depolama süresince feniletilamin miktarında sınırlı düzeyde artış olduğunu bildirmiştir. Avrupa'nın farklı ülkelerinde farklı bileşenlerle ve farklı yöntemlerle üretilen fermente ürünlerde Latorre-Moratalla vd. (2008), 0.01-77.55 mg/kg, Suzzi ve Gardini (2003), 0-81 mg/kg ve De Mey vd. (2014), 0-57.1 mg/kg arasında değişen seviyelerde feniletilamin belirlemiştir. Ruiz-Capillas vd. (2017), pişmiş sosislerde hem nitrit alternatif kullanımı (kereviz, sodyum laktat, portakal kabuğu lifi, karmin, C ve E vitaminleri) hem de soğuk depolama işleminin (60 gün) feniletilamin miktarında meydana gelen değişim üzerine etkisinin önemli olduğunu bildirmiştir. Feniletilamin için gıdalarda toksik dozun, 30 mg/kg olduğu bildirilmektedir (Gardini vd. 2001). Bu çalışmada hem fermente hem de ısıtma işlemi görmüş sucuklarda belirlenen feniletilamin miktarı diğer et ürünlerinde belirlenen değerler arasında yer almaktadır ve hem üretim hem de depolama süreçlerinde toksik değer olarak belirtilen düzeyin altında kalmıştır.

Gençcelep (2006), kadaverin miktarında meydana gelen değişim üzerine, farklı oranlarda nitrit kullanımının ve olgunlaşma süresinin etkisinin önemli olduğunu bildirmiştir. Çalışmada kadaverin miktarı, nitrit miktarında artışa bağlı olarak azalmış, olgunlaşma süresine bağlı olarak da artmıştır. İtalyan kuru sosislerinde 150 ppm nitrit ilavesi kadaverin miktarında düşüşe neden olmuştur (Cantoni vd. 1994). Komprda vd. (2004), kadaverin miktarının olgunlaştırma süresince düşük, depolama süresince ise oldukça yüksek olduğunu bildirmiştir. Bunun tersine Sun vd. (2018), kadaverin oluşumunun, fermantasyonun başında oldukça hızlı olduğu, fermantasyonun sonuna doğru ise oluşum hızının azaldığını bildirmişlerdir. Bu durum muhtemelen pH düşüşüne bağlı olarak biyojen amin oluşturan bakterilerin inhibisyonundan kaynaklanmaktadır (Komprda vd. 2004, Sun vd. 2018). Bazı çalışmalarda ise, olgunlaşmanın başında Enterobakterlerin ortamda bulunması veya starter kültür ortama hakim olmadan bunların çoğalması sonucunda, olgunlaştırma sürecinin ileri aşamalarında bu mikroorganizmalar tarafından serbest bırakılan dekarboksilaz enzimlerinin, Enterobakterler faaliyet göstermese de ortamda biyojen amin oluşumuna devam edebildiğini gösterilmiştir (Bover-Cid vd. 2001d, Suzzi ve Gardini 2003). Bu çalışmada olgunlaşmanın 9. gününe kadar kadaverin oluşumu artmış ancak bu aşamadan sonra artış hızı yavaşlamış ve depolama sırasında da artış sınırlı seviyelerde kalmıştır. Bu çalışmada starter kültür olarak kullanılan *P. pentosaceus* ve *S. carnosus*'un, kadaverin oluşumuyla doğrudan bağlantısını gösteren bir çalışma bulunmamaktadır (Masson vd. 2006, Ansorena vd. 2002, Alfaia vd. 2018). Kadaverinin; Avrupa tipi sosislerde tiraminle birlikte en fazla oranda bulunan biyojen aminlerden biri olduğu bildirilmiştir (Bover-Cid vd. 1999a, Bover-Cid vd. 2001a). Sucuk örneklerinde Gençcelep vd. (2008) 0-199 mg/kg, Ekici ve Omer (2018) 23.8-681.2 mg/kg arasında değişen miktarlarda kadaverin belirlemiştir. Avrupa'da üretilen farklı ülkelere ait farklı türde üretim tekniğine ve formülasyona sahip fermente et ürünlerinde Latorre-Moratalla vd. (2008) 0.01-610.96 mg/kg, De Mey vd. (2014) 0-641.14 mg/kg ve Suzzi ve Gardini (2003) 0-790 mg/kg arasında değişen oranlarda kadaverin bulunabildiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada hem kimyasal nitrit içeren deneme grupları, hem de alternatif bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren deneme gruplarında, diğer et ürünlerinde tespit edilen sınırlar arasında kadaverin belirlenmiştir.

Fermente sucuklarda putresin miktarları incelendiğinde (çizelge 4.8); K grubu sucuklarda sucuk hamurunda ve üretimin 3. gününde putresin tespit edilmezken, diğer gruplarda sucuk hamurunda 3.88-4.46 mg/kg arasında belirlenmiştir. Yapılan varyans analizi, putresin miktarına üretim süresi ve uygulamanın birlikte etkisinin önemli olduğunu ($p<0.01$) göstermiştir. Üretim aşamasında putresin miktarı, tüm gruplarda artmıştır. İlk üç gün grupların putresin miktarları arasındaki fark önemsiz ($p>0.01$), diğer günlerde ise önemli ($p<0.01$) düzeylerde artmıştır. Son üründe en düşük putresin miktarı 38.92 mg/kg ile KN2 grubunda, en yüksek putresin miktarı ise 53.51 mg/kg ile HSK2 grubunda gözlenmiştir. K grubu sucuklar, bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örnekleri ile kıyaslandığında benzer düzeyde putresin oluştuğu gözlenmiştir. Putresin miktarı depolama sırasında da tüm gruplarda artış eğilimi göstermiş ve bu değişime sürenin ve uygulamanın birlikte etkisi önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Depolama süresinin başında ve 1. ayda farklı oranda ve farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanımının putresin miktarı üzerine etkisi önemsiz ($p>0.01$) düzeyde, 2. ve 3. aylarda ise önemli düzeyde bulunmuştur. Depolama sonunda 150 ppm kimyasal nitrit içeren KN2 grubu, diğer gruplardan önemli ($p<0.01$) düzeyde daha düşük putresin miktarına sahip olmuştur. Diğer grupların tamamında; birbirine yakın yüksek putresin miktarları belirlenmiştir. Burada daha yüksek düzeyde kimyasal nitrit kullanımı diğer uygulamalarla kıyaslandığında, depolama süresi sonunda oluşan putresin miktarında azalmaya neden olmuştur.

Gençcelep (2006), fermente sucuklarda nitrit ilavesinin putresin miktarını azalttığını, olgunlaştırma süresinin ise artırdığını bildirmiştir. Kurt (2006), olgunlaşma süresinin putresin miktarında artışa neden olduğunu bildirmiştir. Bozkurt (2002), olgunlaştırma periyodunun başlarında putresin miktarında çok hızlı bir artış, ilerleyen aşamada putresin miktarında azalma gözlemlenmiş olup bu azalmayı pH'da meydana gelen düşüşe bağlamıştır. Depolama süresince putresin miktarında, mikrobiyal gelişimin azalmasına paralel olarak düşüş gözlemiştir. Depolama sırasında katkı maddeleri (nitrat, nitrit, potasyum pirofosfat, dipotasyum hidrojenfosfat, askorbik asit, α -tokoferol ve potasyum sorbat) kullanımının da putresin miktarında azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. İtalyan kuru sosislerde nitrit ilavesinin putresin miktarında düşüşe neden olduğu bildirilmiştir (Cantoni vd. 1994). Bu çalışmada da starter kültür olarak kullanılan *S. carnosus*'un yüksek amino asit dekarboksilaz aktivitesine sahip olabileceği ve putresin

oluşumuna katkı sağlayabileceği bildirilmesine rağmen (Straub vd. 1995, Montel vd. 1999, Suzzi ve Gardini 2003), Ansorena vd. (2002), *S. carnosus*'un iki farklı suşunun ve *Pediococcus pentosaceus*'un, Alfaia (2018)'de *S. carnosus*'un, laboratuvar koşullarında putresin oluşturmada rolünü bildirmiştir. Bazı araştırmacılar putresin oluşumunun toplam aerobik bakteri sayısı ile bağlantılı olabileceğini bildirmişlerdir (Ercoskun vd. 2000, Ruiz-Capillas ve Jimenez-Colmenero 2004, Bozkurt 2006). Aerobik bakterilerin dışında laktik asit bakterileri ve *Enterobacteriaceae* ve Enterokokların da putresin oluşumunda etkili olabileceği ifade edilmiştir (Shalaby 1996, Bover-Cid vd. 2001a, Suzzi ve Gardini 2003). Söz konusu araştırmaların sonuçlarına bağlı olarak üretim ve depolama aşamalarında putresin oluşumunun mikrobiyolojik kökenli olma olasılığı oldukça yüksektir. Avrupa'da üretilen farklı fermente et ürünlerinde Latorre-Moratalla vd. (2008) 448.85 mg/kg, Suzzi ve Gardini (2003) 580 mg/kg ve De Mey vd (2014) 316.4 mg/kg'a kadar değişen miktarlarda putresin bulunduğunu bildirmişlerdir. Sucuk örneklerinde Gençcelep vd. (2008) 0-364 mg/kg ve Ekici ve Omer (2018) 1.01-24.6 mg/kg arasında değişen düzeylerde putresin belirlemiştir. Bozkurt ve Erkmen (2002) olgunlaştırma süresi (15 gün) sonunda; 750.36, depolama sırasında; 1493.34 mg/kg'a kadar, Gücükoğlu (2007) 101.15 mg/kg'a kadar putresin belirlemiştir. Bu çalışmada belirlenen putresin miktarları sucuklarda ve diğer farklı fermente et ürünlerinde gözlenen putresin miktarları düzeyinde belirlenmiştir.

Sucuklarda yapılan bazı çalışmalarda histamin miktarı üzerine, olgunlaşma süresinin etkisi önemli bulunurken (Kurt 2006, Gençcelep 2006), bazı çalışmalarda ise etkisi önemsiz bulunmuştur (Gücükoğlu, 2007). Depolama süresinin etkisinin önemli olduğu da bildirilmiştir (Gücükoğlu, 2007). Dierick vd. (1974), kuru fermente sosislerde histamin miktarının olgunlaşma periyodunun başlarında hızlı şekilde arttığını, depolama süresince ise azaldığını bildirmiştir. Bozkurt ve Erkmen (2002) katkı maddeleri (nitrat, nitrit, potasyum pirofosfat, dipotasyum hidrojenfosfat, askorbik asit, α - tokoferol ve potasyum sorbat) kullanılan sucukların, katkı maddesi kullanmayan sucuklara göre daha düşük oranda histamin içerdiklerini bildirmiştir. Gençcelep (2006), nitrit miktarında meydana gelen artışın histamin miktarını da artırdığını bildirmiştir. Cantoni vd. (1994) İtalyan sosislerinde kürlenme ajanı ilavesinin histamin miktarında üç kat artışa neden olduğunu bildirmiştir. Kurt ve Zorba (2010), nitrit miktarında meydana gelen artışın histamin

miktarında düşüşe neden olduğunu bildirmiştir. Teodorovic vd. (1994), deneysel ortamda besi yerine 200 ppm sodyum nitrit ilavesinin, nitrit ilavesiz ortama göre histamin miktarı arasında fark olmadığını bildirmiştir. Sucuklarda histamin oluşumuna en büyük katkıyı laktik asit bakterilerinin ve *Enterobacteriaceae* familyasının üyelerinin sağladığı bildirilmektedir (Halasz vd. 1994, Durlu-Özkaya vd. 2001, Suzzi ve Gardini 2003). Kullanılan etin kalitesi, hijyenik koşullar ve histidin dekarboksilaz aktivitesine sahip mikroorganizmaların varlığı, et ürünlerinde histamin miktarını etkileyen en önemli faktörler arasında kabul edilmektedir (Vidal-Carou vd. 1990, Buncic vd. 1993, Maijala vd. 1995, Paulsen vd. 1997). Tschabrun vd. (1990), histamin miktarında en yüksek artışın olgunlaştırma başlangıcında meydana geldiğini bildirmiş, Bover-Cid vd. (1999b) ve Komprda vd. (2001) ise proteolitik starter kullanıldığında (*S. carnosus* veya *S. xylosus* gibi) histamin miktarının olgunlaştırma süresince sabit kaldığını (<0.5 mg/kg) bildirmiştir. Alfaia (2018) ise *S. carnosus*'un histamin oluşturmadağını bildirmiştir. Avrupa ülkelerinde üretilen farklı fermente et ürünlerinde Latorre-Moratalla vd. (2008) 133.39 mg/kg'a kadar, De Mey vd. (2004), 131.0 mg/kg'a kadar ve Suzzi ve Gardini (2003) 357.7 mg/kg'a kadar değişen miktarlarda histamin olduğunu bildirmiştir. Piyasadan temin edilen farklı firmalara ait sucuk örneklerinde ise; Şenöz vd. (2000), starter kültür kullanılmayan örneklerde 9.1-115 mg/kg, starter kültür kullanılan sucuk örneklerinde ise 0-362 mg/kg arasında, Gençcelep vd. (2008) 0-136 mg/kg arasında ve Ekici ve Omer (2018) 0.87-343.91 mg/kg arasında değişen seviyelerde histamin belirlemiştir.

Yukarıda yer alan bilgiler ışığında, nitrat/nitrit kullanımının histamin oluşumu üzerine etkisi hakkında bir sonuca varmak oldukça güçtür. Bu konuda yapılan çok sayıda çalışmada birbirinden oldukça farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmada fermente sucuklarda en yüksek düzeyde nitrit içeren grupta, en düşük histamin miktarı gözlense de diğer uygulama gruplarında ilave edilen veya ilave edilmeyen nitrat/nitrit arasında ilişki gözlenmemiştir. Bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren fermente sucuklarda özellikle olgunlaştırmanın 9. gününe kadar hızlı seyreden histamin oluşumu daha sonra yavaşlamıştır. Bu durum laktik asit bakterilerinin bu artıştan sorumlu olma olasılığını artırmaktadır. Histamin için yasal üst limitin 100 mg/kg olduğu bildirilmiştir (Brink vd. 1990, Halasz vd. 1994, Silla-Santos 1996). Bu çalışmada fermente sucuklarda belirlenen

histamin miktarları hem üretim hem de depolama aşamalarında bu limitin altında kalmıştır.

Fermente sucukların üretim aşamasında belirlenen tiramin miktarlarına; sürenin ve uygulamanın birlikte etkisi önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur (çizelge 4.8). Tüm uygulama gruplarının sucuk hamurlarında, tiramin belirlenememiştir. Bununla birlikte tiramin miktarı, fermentasyonun yoğun olarak meydana geldiği ilk üç günde tüm gruplarda önemli düzeylerde oluşmuş (71.39-91.99 mg/kg) ve 6. (134.54-165.60 mg/kg), 9. (190.44-249.21 mg/kg) ve 12. günlerde (213.20-257.57 mg/kg) de artış devam etmiştir. Üretimin 3., 6., 9. ve 12. günlerinde sucuğa ilave edilen farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanımının tiramin miktarında meydana gelen değişim üzerine etkisinin önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. K, KN2, KSK1 ve KSK2 gruplarında fermentasyonun 0-3, 3-6, 6-9 ve 9-12. günlerinde, KN1, HSK1 ve HSK2 gruplarında ise 0-3, 3-6 ve 6-9. günlerinde tiramin miktarında meydana gelen değişimin önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Üretim süresinin başından sonuna kadar tiramin miktarı yükselmiştir ve bu yükseliş 0-9. günlerde oldukça yüksek olmuştur. Son üründe (12. gün) kimyasal nitrit içeren sucuk örnekleri ile HSK1 ve HSK2 grupları benzer düzeyde tiramin içerirken, KSK1 ve KSK2 grupları daha düşük düzeyde tiramin içermiştir. Burada kereviz suyu konsantresi içeren sucuklarda, siyah havuç suyu konsantresi içeren sucuklara kıyasla daha düşük miktarda tiramin belirlenmiştir. Sucuklarda depolama sırasında tiramin oluşumuna süre ve uygulamanın birlikte etkisi önemli ($p<0.01$) olmuştur (çizelge 4.8). Depolama süresi uzadıkça tiramin miktarı, birçok grupta artış göstermiştir ve bu artış özellikle 0-1. ay arasında KN2, HSK1, HSK2, KSK1 ve KSK2 örnekleri arasına önemli ($p<0.01$) düzeyde olmuştur. Diğer yandan, 2. ve 3. aylarda KN1, HSK1, KSK1 ve KSK2 sucuklarının tiramin içerikleri arasındaki fark önemli ($p<0.01$) düzeyde artmıştır. Depolama sonunda en düşük tiramin miktarı 249.80 mg/kg ile K sucuklarında, en yüksek 332.36 mg/kg ile KSK2 sucuklarında belirlenmiştir.

Gençcelep (2006), sucuklarda tiramin miktarı üzerine farklı nitrit seviyelerinin ve olgunlaştırma süresinin etkisinin önemli olduğunu ve nitrit kullanımının tiramin miktarında azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. Bozkurt (2002), katkı maddeleri (nitrat, nitrit, potasyum pirofosfat, dipotasyum hidrojenfosfat, askorbik asit, α -tokoferol

ve potasyum sorbat) kullanılan sucukların, katkı maddesi kullanmayan sucuklara kıyasla daha düşük oranda tiramin içerdiklerini bildirmiştir. Olgunlaştırma süresince tiramin miktarında, artış gözlenmiştir. Kurt ve Zorba (2009) olgunlaşma periyodunun tiramin miktarını etkilediğini bildirmiştir. Araştırmacılar nitrit miktarı arttıkça tiramin miktarının azaldığını bildirmiştir. Söz konusu çalışmalarda nitrat/nitrit kaynağı kullanımının tiramin miktarını azalttığı şeklinde sonuçlar elde edilse de bu çalışmada ilave edilen nitrat/nitrit düzeyi ile oluşan tiramin miktarı arasında doğrudan bağlantı kurulamamıştır. Bu durum bu çalışmada tiramin oluşumu üzerine başka faktörlerinde etkisinin olabileceğini göstermektedir. Bu çalışma; diğer çalışmalarla, olgunlaştırma aşamasında tiramin miktarında artış göstermesi bakımından uyum göstermektedir. Birçok araştırmacı, tiraminin fermente et ürünlerinde en çok rastlanan biyojen amin olduğunu bildirmektedirler (Hernandez-Jover vd. 1997a, Ayhan vd. 1999, Şenöz vd. 2000, Bozkurt ve Erkmen 2002, Çolak ve Uğur 2002). Avrupa genelinde üretilen kuru fermente sosislerde Latorre-Moratalla vd. (2008), 5.25-473.47 mg/kg, Suzzi ve Gardini (2003), 0-742.6 mg/kg ve De Mey vd. (2014), 0-410.8 mg/kg arasında değişen oranlarda tiramin belirlenmiştir. Piyasadan temin edilen sucuk örneklerinde Şenöz vd. (2000) starter kültür kullanılmayan sucuklarda 400-617 mg/kg, starter kültür kullanılan sucuklarda ise 125-1173 mg/kg, Gençcelep vd. (2008), 2.4-676 mg/kg ve Ekici ve Omer (2018), 56.26-273.91 mg/kg arasında değişen miktarlarda tiramin belirlemiştir. Eerola vd. (1997), et ürünlerinde farklı düzeyde tiramin oluşumunun ortamda substrat olarak bulunan tirozin miktarından kaynaklanabileceği bildirilmişlerdir. Roig-Sagues vd. (1999), Fuet tipi sosislerinde Enterokokların, olgunlaşmanın ilk evrelerinde tirozinin dekarboksilasyonundan sorumlu olan mikrobiyal grup olabileceğini, ancak olgunlaşmanın ilerleyen evrelerinde laktik asit bakterilerinin de bu oluşuma katkı sağladığını bildirmişlerdir. Ansorena vd. (2002), *Staphylococcus carnosus*'un iki farklı suşunun ve *Pediococcus pentosaceus*'un tiramin üretmediğini belirlemişlerdir. Bunun aksine Alfaia vd. (2018), *S. carnosus*'un ürettiğini belirlemiştir. Et ürünlerinde daha önceden yapılan çalışmalar, örneklerde toplam bakteri sayısı 10^6 kob/g seviyesine çıktığında, tiramin oluşum hızının arttığını göstermiştir (Edwards ve Sandine 1981, Smith vd. 1993). Roig Sagues ve Eerola (1997), toplam laktik asit bakteri sayısı 10^7 kob/g seviyesine çıktığında, tiramin oluşum hızının arttığını bildirmiştir.

Söz konusu çalışmaların sonuçlarıyla, bu çalışmanın sonucu karşılaştırıldığında; bu çalışmada tiramin miktarını etkileyen en önemli unsurun üretim başlangıcında ortamda bulunan tirosin miktarı ve *Enterobacteriaceae* düzeyi ile ilişkili olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Olgunlaştırmanın ilerleyen aşamalarında ise laktik asit bakterilerinin ortama hakim olması sonucunda ise (olgunlaştırmanı 3. gününde 9.19-9.30 log kob/g seviyesine artış göstermiştir), bu bakteriler tiramin oluşumunun artmasına neden olmuştur. Özellikle olgunlaştırmanın 9. gününden sonra hem ortamda tirosin miktarının hem de laktik asit bakterilerinin kullanabileceği karbonhidrat kaynaklarının azalması sonucunda ve ortam pH değerinin (4.79-4.86) *Enterobacteriaceae* türlerinin gelişemeyeceği kadar düşük olmasının sonucunda tiramin oluşum hızı yavaşlamıştır. Özellikle depolama başlangıcında yüksek olan TMAB sayısı, depolama sonuna kadar tiramin miktarının artmasına neden olmuştur.

Spermidinin kaslarda doğal olarak bulunması nedeniyle, belirli bir seviye kadar bozulma nedeni olarak kabul edilmemektedir (Hernandez-Jover vd. 1997a). Sucuk ve benzeri ürünlerde fermentasyon süresince önemli bir değişim olmadığı, hatta azalma olabileceği bildirilmektedir (Bover-Cid vd. 2001b, Bover-Cid vd. 2001c, Erkkila 2001, Bozkurt ve Erkmen 2002). Bazı araştırmacılar ise; fermentasyon boyunca spermidin miktarında artış olduğunu bildirmiştir (Gardini vd. 2002, Trevino vd. 2007). Üretimde kullanılan bileşenler spermidin miktarına katkıda bulunmakta, olgunlaşma sırasında mikrobiyal dekarboksilasyonla oluşmadığı için miktarında önemli bir değişiklik gözlenmemektedir (Eerola vd. 1993, Hernandez-Jover vd. 1997a, Hernandez-Jover vd. 1997b, Ansorena vd. 2002, Suzzi ve Gardini 2003). Diğer taraftan spermidinin olgunlaşma sırasında bazı mikroorganizmalar tarafından azot kaynağı olarak kullanılabilmesi ve miktarını azalabileceği de bildirilmektedir (Bardocz, 1995). Bozkurt (2002), sucuklarda katkı maddeleri (nitrat, nitrit, potasyum pirofosfat, dipotasyum hidrojenfosfat, askorbik asit, α - tokoferol ve potasyum sorbat) kullanımının spermidin miktarı üzerine etkisinin önemsiz düzeyde olduğunu bildirmiştir. Genççelep (2006), sucuklarda olgunlaşma süresinin etkisinin önemli, nitrit miktarının etkisinin ise önemsiz olduğunu bildirmiştir. Kurt ve Zorba (2010) farklı nitrit seviyelerinin spermidin miktarı üzerine etkisinin önemli olmadığını bildirmiştir. Sucuk örneklerinde Genççelep vd. (2008); 0-10.7 mg/kg ve Ekici ve Omer (2018); ise 13.24-68.71 mg/kg arasında değişen miktarlarda spermidin

belirlemiştir. Avrupanın farklı ülkelerinde değişik formülasyon ve çeşitli tekniklerle üretilen et ürünlerinde Suzzi ve Gardini (2003); 0-91.3 mg/kg, De Mey vd. (2014) ise 0-21.1 mg/kg arasında spermidin bulanabildiğini bildirmiştir. Spermidin için oral toksik seviyenin; 600 ppm olduğu bildirilmiştir (Naila vd. 2010). Til vd. (1997) spermidin için yan etki görülmeyen seviyenin, 1000 ppm olduğunu bildirmiştir. Spermidinin hammadde kökenli olması ve bakteriyel dekarboksilasyon sonucu oluşmaması olgunlaştırma ve depolama süreçlerinde miktarında meydana gelen değişimi sınırlandırmaktadır. Fermente sucuklarda belirlenen spermidin miktarı, güvenli olarak kabul edilen seviyede kalmıştır. Ayrıca et ürünlerinde tespit edilen minimum ve maksimum spermidin seviyeleri aralığında gözlenmiştir.

Gençcelep (2006), sucuklardaki spermin miktarına farklı nitrit seviyesi ve olgunlaşma süresinin etkisinin önemli düzeyde olduğunu belirlemiştir. Burada nitrit miktarı ve olgunlaşma süresindeki artışa bağlı olarak spermin miktarı artış göstermiştir. Bozkurt (2002), sucuklarda katkı maddeleri (nitrat, nitrit, potasyum pirofosfat, dipotasyum hidrojenfosfat, askorbik asit, α -tokoferol ve potasyum sorbat) kullanımının spermin miktarı üzerine etkisinin önemsiz olduğunu, olgunlaştırma ve depolama süresinin etkisinin ise önemli düzeyde olduğunu belirlemiştir. Kurt (2006), sucuklarda spermin miktarı üzerine fermentasyon süresinin etkisinin önemli düzeyde, ısıtma işlem sıcaklığının ve farklı nitrit seviyelerinin etkisinin ise önemsiz olduğunu belirlemiştir. Spermidinde olduğu gibi üretimde kullanılan bileşenler son üründe spermin miktarına katkı sağlamakta, olgunlaşma sırasında mikrobiyal dekarboksilasyonla oluşmadığı için miktarı fazla değişim göstermemektedir (Eerola vd. 1993, Hernandez-Jover vd. 1997a, Hernandez-Jover vd. 1997b, Ansorena vd. 2002, Suzzi ve Gardini 2003). Spermin ve spermidinin, memeli hücrelerinde putresinden oluştuğu bildirilmiştir (Wolter vd. 2004). Sperminin, olgunlaşma sırasında bazı mikroorganizmalar tarafından azot kaynağı olarak kullanılabileceği ve miktarında düşüş gözlenebileceği bildirilmiştir (Bardocz, 1995). Çeşitli araştırmalarda et ürünlerinde belirlenen spermin miktarının, spermidin miktarından daha fazla olduğu bildirilmiştir (Komprda vd. 2001, Bover-Cid vd. 2000b, Çolak ve Uğur 2002, Bozkurt ve Erkmen 2004). Parenta vd. (2001), spermin konsantrasyonunun önemli miktarda değişmediğini bildirmiştir. Bover-Cid vd. (2001c), spermin miktarının depolama sırasında düşüş gösterdiğini bildirmiştir. Piyasadan temin

edilen sucuk örneklerinde, Ekici ve Omer (2018), 2.74-38.28 mg/kg, Gençcelep vd. (2008) 0-16.4 mg/kg arasında değişen seviyelerde spermin belirlemişlerdir. Avrupa'nın farklı ülkelerinde üretilen et ürünlerinde Suzzi ve Gardini (2003) 0-119 mg/kg, De Mey vd. (2014) ise 0-13.3 mg/kg arasında değişen oranlarda spermin belirlemiştir. Naila vd. (2010) spermin için oral toksik seviyenin 600 ppm olduğunu bildirirken, Til vd. (1997) ise 200 ppm sperminin herhangi bir olumsuz etkisinin gözlenmediğini bildirmiştir. Spermin, hammadde kaynaklı bir biyojen amin olması nedeniyle, et ürünlerinde tespit edilen miktarı, büyük oranda kullanılan hammaddeye göre değişim göstermektedir. Özellikle fermente sucuklarda üretim sırasında meydana gelen spermin artışı, büyük olasılıkla kuruma sonucu ortaya çıkan konsantrasyondan kaynaklanmaktadır. Çoğu araştırmada et ürünlerinde spermin miktarının spermidin miktarından fazla olduğunu bildirir de bu araştırmada spermidin miktarı spermin miktarından daha fazla bulunmuştur. Sonuçta bu çalışmada belirlenen spermin miktarları literatürde bildirilen minimum ve maksimum değerler arasında yer almaktadır ve öngörülen toksik limitin altında kalmıştır.

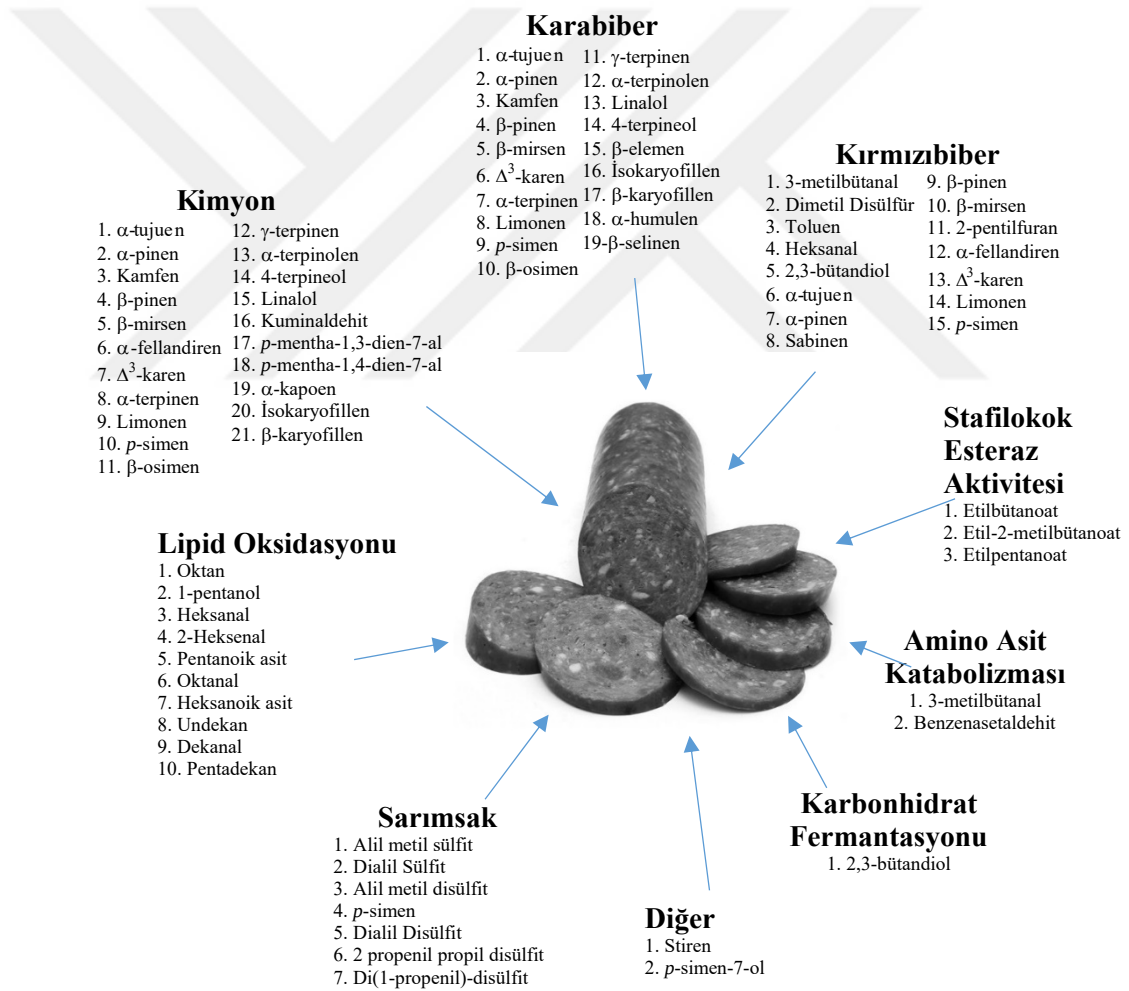
4.1.9. Aroma analizi sonuçları

Fermente sucuklarda üretim ve depolama sırasında uçucu aroma bileşiklerinde meydana gelen değişimler, her bir aroma bileşeni için ayrı ayrı EK 6'de verilmiştir. GC/MS analizleri yapılan bileşenlerin tanımlamaları Wiley ve NIST kütüphanelerindeki bilgiler ile karşılaştırma yapılarak belirlenmiştir. En son olarak alifatik hidrokarbon standart maddeleri (C4-C20) verilerek, Kovats indeks (Lineer retention indeks) değerleri hesaplanmış ve bu da tanımlamada ayrıca kullanılmıştır (Kıralan vd. 2012).

Genel olarak fermente sucuklarda 53 bileşen tanımlanmıştır. Bu bileşikler kimyasal kökenlerine göre sınıflandırıldıklarında; 21 terpen, 3 ester, 7 kükürtlü bileşik, 2 asit, 9 aldehit, 5 hidrokarbon, 5 alkol ve 1 furan şeklinde belirlenmiştir (Şekil 4.2). Bu bileşik gruplarının kaynağını ise; kimyon, karabiber, kırmızıbiber, sarımsak, lipid oksidasyonu, stafilocokların esteraz aktivitesi, amino asit katabolizması, karbonhidrat fermentasyonu ve diğer bileşikler oluşturmaktadır (Şekil 4.1, 4.2). Fermente sucuklarda uçucu aroma bileşiklerinin kaynağını; baharat çeşitleri, stafilocok esteraz aktivitesi, amino asit

katabolizması, lipid oksidasyonu ve diğer kaynaklardan gelen kökeni bilinmeyen bileşikler oluşturmaktadır (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9’da görüldüğü üzere, fermente sucukların uçucu aroma bileşiklerinin %90’dan fazlasını baharat kökenli bileşikler oluşturmaktadır. Bu bileşiklerin oranı; genel olarak üretim ve depolama aşamalarında artış göstermiştir. Amino asit katabolizması ve Stafilokok esteraz aktivitesi sonucunda oluşan bileşiklerin oranı olgunlaştırma depolama süresine bağlı olarak artış gösterirken, lipid oksidasyonu ve diğer bileşiklerin oranı düşüş göstermiştir.



Şekil 4.1 Sucuklarda aroma oluşumuna katkıda bulunan bileşikler ve kaynakları

Çizelge 4.9 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda uçucu aroma bileşiklerinin kaynakları ve bunlarda üretim ve depolama sırasında meydana gelen değişim (%)

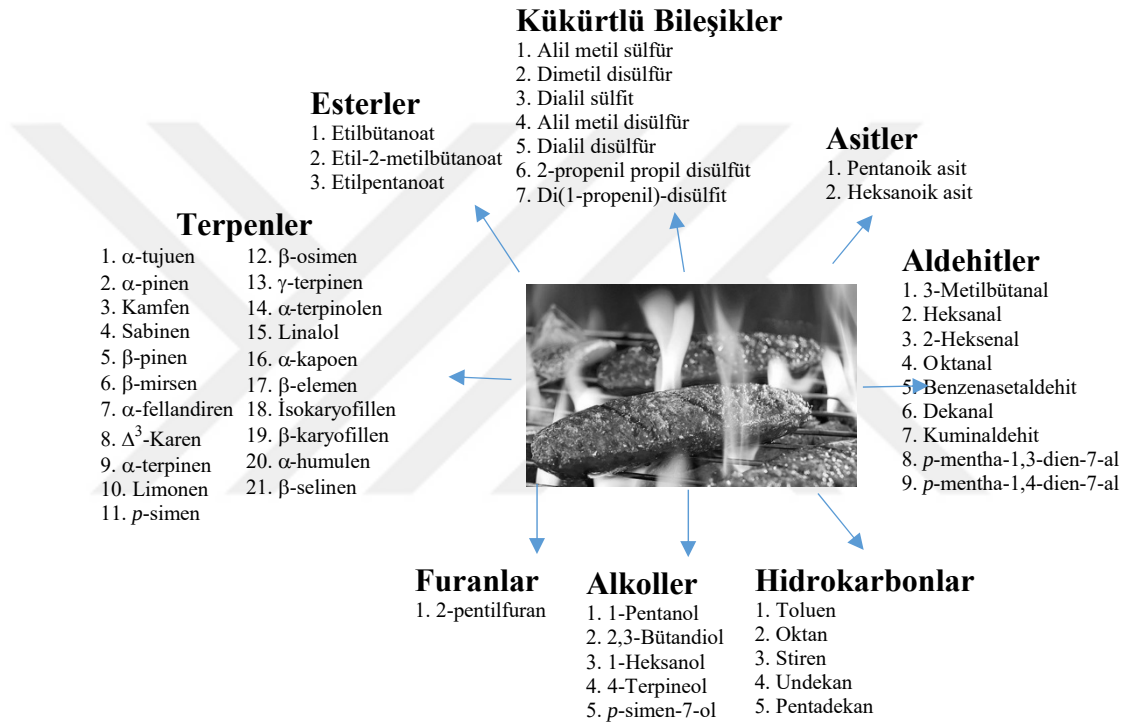
Uygulama ¹	Kaynak/Süre (Gün)	0	3	6	9	12(0*)	42(1*)	72(2*)	102(3*)
K	Baharat	94.44	98.44	97.68	96.48	96.32	97.24	96.90	97.29
	Esteraz aktivitesi	0.15	0.18	0.03	0.00	0.09	0.09	0.28	0.27
	Amino asit katabolizması	0.00	0.06	0.10	0.26	0.39	0.34	0.61	0.80
	Lipit oksidasyonu	1.63	0.58	1.22	1.14	1.43	1.16	2.14	1.16
	Diğer	0.50	0.37	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KN-1	Baharat	96.83	97.02	97.18	96.59	96.12	96.01	96.62	97.97
	Esteraz aktivitesi	0.00	0.14	0.00	0.07	0.14	0.11	0.32	0.13
	Amino asit katabolizması	0.00	0.00	0.04	0.11	0.12	0.17	0.18	0.40
	Lipit oksidasyonu	2.28	1.06	1.15	1.21	1.31	1.40	1.49	1.37
	Diğer	0.42	0.59	0.80	0.50	0.77	0.00	0.00	0.00
KN-2	Baharat	96.19	96.88	97.31	97.99	95.56	96.58	96.75	97.79
	Esteraz aktivitesi	0.00	0.11	0.00	0.06	0.16	0.09	0.12	0.13
	Amino asit katabolizması	0.00	0.00	0.03	0.25	0.23	0.15	0.59	0.38
	Lipit oksidasyonu	2.33	1.52	1.68	1.27	2.20	1.52	1.55	1.45
	Diğer	0.40	0.47	1.50	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00
HSK-1	Baharat	94.95	97.10	97.27	97.21	96.50	96.64	96.32	96.31
	Esteraz aktivitesi	0.10	0.10	0.08	0.09	0.24	0.23	0.25	0.15
	Amino asit katabolizması	0.00	0.00	0.10	0.45	0.37	0.54	0.38	0.84
	Lipit oksidasyonu	1.06	1.00	1.24	1.10	1.79	1.51	1.81	1.58
	Diğer	0.60	0.40	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HSK-2	Baharat	96.23	95.76	96.78	97.02	96.15	97.50	97.39	97.82
	Esteraz aktivitesi	0.00	0.04	0.00	0.04	0.10	0.12	0.10	0.11
	Amino asit katabolizması	0.00	0.00	0.00	0.19	0.53	0.39	0.73	1.04
	Lipit oksidasyonu	2.36	1.02	1.37	1.09	1.51	1.22	1.24	0.92
	Diğer	0.24	1.39	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KSK-1	Baharat	99.65	96.39	96.54	94.10	96.17	96.58	96.30	96.59
	Esteraz aktivitesi	0.00	0.08	0.08	0.21	0.24	0.10	0.17	0.13
	Amino asit katabolizması	0.00	0.00	0.11	0.19	0.50	0.45	0.68	1.24
	Lipit oksidasyonu	1.95	0.90	1.33	2.45	1.36	1.56	1.50	1.38
	Diğer	0.35	1.02	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KSK-2	Baharat	95.74	97.17	96.90	95.40	97.32	97.06	97.34	97.23
	Esteraz aktivitesi	0.00	0.08	0.06	0.08	0.12	0.10	0.31	0.46
	Amino asit katabolizması	0.00	0.01	0.08	0.23	0.33	0.39	0.56	0.76
	Lipit oksidasyonu	1.76	0.92	0.93	1.74	1.77	1.79	1.26	1.21
	Diğer	0.09	0.37	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

* Ay olarak depolama süresi

¹ K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

Uygulama gruplarında sucuk hamurunda; %94.44-99.65 oranında baharat, %0.00-0.15 oranında Stafilokok esteraz aktivitesi, %1.06-2.36 oranında lipit oksidasyonu ve %0.09-0.60 oranında kaynağı bilinmeyen bileşik tespit edilirken, amino asit katabolizması sonucu oluşan bileşik tespit edilmemiştir. 12 gün olgunlaştırma sonucunda elde edilen son üründe ise; %95.56-97.32 oranında baharat kökenli, %0.09-0.24 oranında Stafilokok esteraz aktivitesi, %0.12-0.53 oranında aminoasit katabolizması, %1.31-2.20 oranında

lipit oksidasyonu kaynaklı bileşik tespit edilirken, grupların tamamında kaynağı bilinmeyen bileşik tespit edilmemiştir. 3 ay depolama süresi sonunda; %96.31-97.97 oranında baharat, %0.11-0.46 oranında Stafilokok esteraz aktivitesi, %0.38-1.24 oranında aminoasit katabolizması, %0.92-1.58 oranında lipit oksidasyonu kaynaklı bileşik tespit edilmiştir. Denemede kullanılan sucuklarda aroma oluşumuna; terpenler, kükürtlü bileşikler, esterler, asitler, aldehitler, hidrokarbonlar, alkoller ve furanlar katkı sağlamıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Sucukta aroma oluşumuna katkı sağlayan bileşik grupları

Fermente sucuk örneklerinde, yedi farklı kükürtlü bileşik tanımlanmıştır. Bunlardan allil metil sülfür, diallil sülfür, allil metil disülfür, diallil disülfür, 2 propenil propil disülfür ve Di(1-propenil)-disülfürün kaynağını sarımsak, dimetil disülfürün kaynağını ise kırmızıbiber oluşturmaktadır. Sucuk hamurunda %10.36-15.00 oranında, 12 gün olgunlaştırma sonucunda elde edilen son üründe %4.95-6.71 ve 3 ay depolama süresi sonunda %3.28-5.76 oranında sülfürlü bileşik belirlenmiştir. Üretim ve depolama aşamalarında allil metil sülfür, dimetil disülfür, diallil sülfür, allil metil disülfür, diallil disülfür, di(1-propenil)-disülfür miktarlarında meydana gelen değişim üzerine uygulama ve sürenin birlikte

etkisinin önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. 2 propenil propil disülfid miktarı üzerine sürenin etkisi önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Genel olarak olgunlaştırma ve depolama süresi boyunca sülfürlü bileşiklerin miktarında azalma gözlenmiştir. Bazı çalışmalarda; dimetil disülfidin sülfür içeren amino asitlerle, lipid oksidasyonu sonucu oluşan karboksilik bileşiklerle reaksiyonu sonunda oluşabildiğini bildiren çalışmalar da mevcuttur (Ruiz vd. 2002). Kaban (2010) piyasadan temin ettiği beş farklı sucuk örneğinin %2.99-20.69 arasında değişen oranda kükürtlü bileşik içerdiğini bildirmiştir. Oztürk (2015), fermente sucuk örneklerinde 3 farklı kükürtlü bileşik belirlemiş ve bunların oranının sucuk hamurunda %0.17-6.53 ve son üründe ise %0.30-1.6 arasında değiştiğini belirlemiştir. Soncu vd. (2020), fermente sucuk örneklerinde depolama süresince 7 farklı kükürtlü bileşen tespit etmiştir. Bu bileşenlerin miktarının depolama başlangıcında, %3.55-8.31, 3 ay depolama sonunda ise, %2.93-6.78 arasında değişim gösterdiğini belirlemiştir. Söz konusu çalışmada kükürtlü bileşen oranı üretim süresi boyunca azalma göstermiştir. Meynier vd. (1999), Milano salamında %11 oranında kükürtlü bileşik belirlemiştir.

Üretim aşamasında dimetil disülfid miktarı azalmış ve ilerleyen aşamalarda yok olmuştur. Bazı araştırmacılar bu bileşenin, sarımsak kökenli olabileceğini bildirmektedir (Schmidt ve Berger 1998, Meynier vd. 1999, Muriel vd. 2004). Ancak bu çalışmada kullanılan sarımsakta bu bileşen tespit edilememiştir. Ruiz vd. (2002) metanetiol, karbon disülfid, dimetil disülfid, trimetil trisülfid gibi sülfürlü bileşiklerin sistein ve methionin gibi sülfür içeren amino asitlerle, 2,3-pentadion gibi lipid oksidasyonu kaynaklı karboksilik bileşenler arasında meydana gelen reaksiyon sonucunda da oluşabildiğini bildirmiştir. Genel olarak formülasyonda sarımsağın yer aldığı tüm ürünlerde diallil sülfidin kaynağı olarak sarımsak kabul edilmektedir. Üretim aşamasında sucuk örneklerinin tamamında, allil metil disülfid miktarında düşüş gözlenmiştir.

Çizelge 4.10 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda uçucu aroma bileşik grupları ve bu gruplarda olgunlaştırma ve depolama sırasında meydana gelen değişim (%)

Uygulama ¹	Bileşen/Süre	0	3	6	9	12(0*)	42(1*)	72(2*)	102(3)
K	Terpenler	77.74	80.86	80.14	81.75	79.77	81.64	80.35	78.65
	Kükürtlü Bileşikler	10.81	8.45	9.93	4.58	4.95	4.90	5.19	4.91
	Esterler	0.15	0.18	0.03	0.00	0.09	0.09	0.28	0.27
	Asitler	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.16	0.18	0.27
	Aldehitler	13.90	15.50	11.07	16.30	20.41	18.70	20.15	22.91
	Hidrokarbonlar	1.14	0.60	0.74	0.63	0.96	0.81	0.76	0.57
	Alkoller	0.61	0.86	1.13	0.72	0.57	0.40	0.49	0.81
	Furanlar	0.07	0.04	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
KN1	Terpenler	65.74	75.55	78.18	73.56	65.63	70.48	65.77	63.47
	Kükürtlü Bileşikler	12.50	6.15	6.31	7.67	6.71	4.18	4.55	5.52
	Esterler	0.00	0.14	0.00	0.07	0.14	0.11	0.32	0.13
	Asitler	0.00	0.00	0.00	0.08	0.18	0.15	0.21	0.27
	Aldehitler	19.97	15.45	12.84	15.62	24.03	21.84	26.84	29.76
	Hidrokarbonlar	1.17	1.12	0.89	0.58	0.80	0.93	0.92	0.44
	Alkoller	0.34	0.58	1.17	1.12	1.18	0.30	0.33	0.83
	Furanlar	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KN2	Terpenler	64.49	74.46	80.13	71.83	66.42	73.46	73.29	60.66
	Kükürtlü Bileşikler	11.40	8.67	4.46	6.29	5.31	6.20	4.46	5.45
	Esterler	0.00	0.11	0.00	0.06	0.16	0.09	0.12	0.13
	Asitler	0.00	0.00	0.00	0.05	0.23	0.18	0.17	0.25
	Aldehitler	21.56	13.95	11.25	19.76	24.25	17.20	19.80	32.05
	Hidrokarbonlar	1.16	1.24	1.29	0.77	1.33	0.79	0.88	0.58
	Alkoller	0.18	0.37	1.89	0.81	0.45	0.42	0.29	0.63
	Furanlar	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HSK1	Terpenler	73.14	77.38	78.27	76.74	72.18	73.62	75.23	67.95
	Kükürtlü Bileşikler	10.36	9.70	8.00	5.67	5.36	4.66	4.65	3.28
	Esterler	0.10	0.10	0.08	0.09	0.24	0.23	0.25	0.15
	Asitler	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.16	0.22	0.29
	Aldehitler	11.13	9.62	10.54	14.85	19.07	18.66	16.73	25.56
	Hidrokarbonlar	1.12	0.81	0.81	0.77	1.11	0.92	1.00	0.73
	Alkoller	0.43	0.76	1.16	0.91	0.77	0.67	0.68	0.92
	Furanlar	0.07	0.06	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HSK2	Terpenler	64.40	76.61	77.26	79.55	69.94	71.37	74.34	66.51
	Kükürtlü Bileşikler	15.00	7.99	6.62	5.53	6.14	4.27	5.42	5.76
	Esterler	0.00	0.04	0.00	0.04	0.1	0.12	0.1	0.11
	Asitler	0.00	0.00	0.00	0.03	0.15	0.16	0.19	0.26
	Aldehitler	17.87	10.95	12.68	12.05	20.32	21.95	17.81	25.06
	Hidrokarbonlar	0.97	1.09	1.27	0.59	1.00	0.85	0.84	0.59
	Alkoller	0.54	1.45	1.36	0.55	0.64	0.51	0.76	1.60
	Furanlar	0.05	0.08	0.06	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
KSK1	Terpenler	72.48	77.00	76.62	74.78	64.96	75.74	69.62	68.53
	Kükürtlü Bileşikler	12.45	7.05	9.03	4.73	5.15	4.57	5.97	5.52
	Esterler	0.00	0.08	0.08	0.21	0.24	0.1	0.17	0.13
	Asitler	0.00	0.00	0.00	0.05	0.19	0.18	0.20	0.26
	Aldehitler	15.75	12.34	11.13	15.08	26.73	16.93	21.67	23.94
	Hidrokarbonlar	1.00	0.97	0.69	1.43	0.71	0.84	0.79	0.60
	Alkoller	0.43	1.12	1.05	0.90	0.56	0.69	0.67	0.84
	Furanlar	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.10 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda uçucu aroma bileşik grupları ve bu gruplarda olgunlaştırma ve depolama sırasında meydana gelen değişim (%) (devam)

Uygulama ¹	Bileşen/Süre	0	3	6	9	12(0*)	42(1*)	72(2*)	102(3*)
KSK2	Terpenler	67.74	74.72	76.23	67.69	70.87	74.06	71.37	62.68
	Kükürtlü Bileşikler	12.89	9.36	8.42	7.14	6.20	4.66	5.75	4.97
	Esterler	0.00	0.08	0.06	0.08	0.12	0.10	0.31	0.46
	Asitler	0.00	0.00	0.00	0.19	0.16	0.19	0.17	0.29
	Aldehitler	15.95	12.74	11.89	20.36	20.01	18.05	20.15	29.20
	Hidrokarbonlar	0.74	0.61	0.67	1.09	1.20	1.13	0.74	0.57
	Alkoller	0.27	1.04	1.19	0.90	0.98	1.15	0.98	1.49
	Furanlar	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

* Ay olarak depolama süresi

¹ K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

Fermente sucuk örneklerinde; etil bütanoat, etil-2-metilbütanoat ve etil pentanoat olmak üzere üç farklı ester tanımlanmıştır. Bunlar; sucuk örneklerinde oldukça düşük miktarlarda belirlenmiştir. Üretim ve depolama aşamalarında; etil bütanoat, etil-2-metilbütanoat ve etil pentanoat miktarına meydana gelen değişim üzerine süre ve uygulama interaksiyonunun etkisinin önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Esterler, sucuk hamurunda; %0.00-0.15 oranında, son üründe %0.09-0.24 oranında ve 3 ay depolama sonunda %0.11-46.00 oranında belirlenmiştir. Toplam ester miktarı, olgunlaştırma ve depolama süresi boyunca artış göstermiştir. Esterler, Stafilokokların esteraz aktivitesi neticesinde, alkoller ve asitlerin esterleştirilmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır (Talon vd. 1998). Kaban (2010), piyasadan temin ettiği beş farklı sucuk örneğinde; %0.62-3.32 seviyelerinde ester belirlemiştir. Marco vd. (2006), kuru fermente sosislerde, %3-6 düzeyinde ester belirlemiştir. Soncu vd. (2020), fermente sucuk örneklerinde, depolama sırasında sadece bir tane ester belirlemiştir.

Etil bütanoat, fermente sucuklarda depolamanın 2. ve 3. aylarında K, KN1 ve KSK2 gruplarında belirlenmiştir. Üretim aşamasında uygulama gruplarında, etil bütanoat tespit edilememiştir. Etil-2-metil bütanoat, fermente sucuklarda farklı üretim ve depolama süreçlerinde, uygulama gruplarında tespit edilmiş veya yok olmuştur. Sucuk hamurunda sadece K ve HSK1 gruplarında tespit edilmiştir. Bu bileşik, Stafilokokların esteraz aktivitesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Stafilokok esteraz aktivitesi sonucunda, ester miktarı belli bir düzeyin üzerine çıkmakta ve bu düzeye ulaşıncaya kadar esterazlar tarafından

tekrar parçalanmaktadır (Talon vd. 1998). Bu nedenle farklı üretim ve depolama aşamalarında, etil-2-metil bütanoat miktarında artış ve azalışlar ortaya çıkmaktadır. Fermente sucuk örneklerinde etil pentanoat, KN1 grubunda 3. günde, HSK1 grubunda son üründe, depolama periyodunun 1. ve 2. ayı sonunda ve KSK1 grubunda üretimin 9. ve 12. günlerinde tespit edilmiştir. Diğer uygulama gruplarında üretim ve depolama aşamalarında tespit edilememiştir. Mevcut şartlar altında etil pentanoat ya oluşmamakta veya oluştuğundan belli bir süre sonra yok olmaktadır. Bu durumu etkileyen en önemli faktörlerin nitrit ilavesi ve laktik asit bakterileri olduğu bildirilmiştir (Stahnke 1995).

Fermente sucuklarda asit olarak; pentanoik ve heksanoik asitler belirlenmiştir. Bunların miktarı, oldukça düşük seviyelerde kalmıştır. Sucuk hamurunda uygulama gruplarının tamamında asit belirlenmemiştir. Üretim ve depolama aşamalarında pentanoik ve heksanoik asit miktarına uygulama ve süre etkisinin önemli ($p < 0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Olgunlaştırılmış son üründe %0.15-0.23 düzeyinde ve depolama süresi sonunda ise %0.25-0.29 düzeyinde asit belirlenmiştir. Genel olarak; olgunlaştırma ve depolama süresi boyunca, asit miktarı artış göstermiştir. Son üründe ve 3 ay depolama süresi sonunda kimyasal nitrit içeren sucuklar ve bitkisel nitrat/nitrit içeren sucuklar pentanoik asit miktarı bakımından, benzerlik göstermiştir. Heksanoik asit, fermente sucuklarda KN2 ve KSK2 gruplarında üretimin 9., diğer gruplarda ise 12. gününden itibaren belirlenmiştir. Sucuk hamurunda heksanoik asit tespit edilmemiştir. Pentanoik ve heksanoik asitler, lipid oksidasyonu sonucunda oluşmaktadır. Ozturk (2015), fermente sucuk örneklerinde 5 farklı asit tespit etmiştir. Bunların miktarının üretimin 4. Gününde; %0.00-1.07 ve son üründe; %0.00-13.2 olarak belirlemiştir. Soncu vd. (2020), fermente sucuklarda depolama sırasında 3 farklı asit bileşiği tespit etmiştir. Depolama başlangıcında; %6.46-16.41, 90 gün depolama süresi sonuna ise; %0.00-42.13 arasında değiştiğini belirlemiştir.

Fermente sucuk örneklerinde, 9 farklı aldehit belirlenmiştir. Bunlar; 3-metilbütanal, heksanal, 2-heksenal, oktanal, benzenasetaldehit, dekanal, kuminaldehit, *p*-mentha-1,3-dien-7-al ve *p*-mentha-1,4-dien-7-al'dir. 3-bütanalın kaynağını; kırmızıbiber ve amino asit katabolizması, heksanal, 2-heksenal, oktanal ve dekanalın kaynağını; lipid oksidasyonu, benzenasetaldehitin kaynağını; amino asit katabolizması, kuminaldehit, *p*-

mentha-1,3-dien-7-al ve *p*-mentha-1,4-dien-7-al'in kaynağını ise; kimyon oluşturmaktadır. Üretim ve depolama aşamalarında; 3-metilbütanal, heksanal, 2-heksanal, oktanal, benzenasetaldehit, dekanal, kuminaldehit, *p*-mentha-1,3-dien-7-al ve *p*-mentha-1,4-dien-7-al miktarına, süre ve uygulama interaksiyonunun etkisinin önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Aldehitler, sucuk hamurunda; %11.13-21.56, olgunlaştırılmış son üründe %19.07-26.73 ve depolama süresi sonunda %22.91-32.05 seviyelerinde belirlenmiştir. Genel olarak olgunlaştırma ve depolama süresi boyunca toplam aldehit miktarı, artış göstermiştir. Kaban (2010), piyasadan temin ettiği beş farklı sucuk örneğinde %4.20-11.64 arasında değişen seviyelerde aldehit belirlemiştir. Ozturk (2015), sucuk örneklerinde üretimin 4. gününde; %5.21-8.58 düzeyinde aldehit grubu bileşen belirlerken son üründe aldehit miktarı düşüş göstermiş ve %0.00-2.90 olarak belirlenmiştir. Soncu vd. (2020), fermente sucuklarda depolama sırasında 4 farklı aldehit tespit etmiştir. Depolama başlangıcında; %9.54-13.23, 90 gün depolama süresi sonunda ise; %1.60-11.33 arasında değişen miktarlarda aldehit belirlemişlerdir. Di Cagno vd. (2008), üç farklı İtalyan fermente sosisinde; %21.00-30.05; Muriel vd. (2004), kuru kürlenmiş filetolarda; %7 ve Ansorena vd. (2001), chorizo tipi kuru fermente sosislerde %7.72-13.97 düzeyinde aldehit tespit etmişlerdir.

Üretim aşamasında uygulama gruplarında; 3-metilbütanal miktarında artış ($p<0.01$) gözlenmiştir. Yapılan önceki çalışmalarda sucukların üretim ve depolama aşamalarında bu uçucu bileşen belirlenmemiştir (Kaban 2007, 2010, Ekici vd. 2015, Ozturk 2015, Soncu 2020). Bu bileşiğin amino asit degradasyonu sonucunda oluştuğunu gösteren araştırmalar mevcuttur (Olivares vd. 2011, Summo vd. 2011, Hospital vd. 2015). Stahnke (1999a), *Staphylococcus carnosus*'un, lösin amino asidini parçalayarak 3-metilbütanal oluşturduğunu göstermiştir. Bu dönüşümün kürlenmiş et ürünlerinde, olgunlaşmış aroma gelişimine katkıda bulunduğu belirtilmektedir. Bu çalışmada diğer araştırmalardan farklı olarak; 3-metilbütanalın kaynağı formülasyona giren kırmızı biber olarak belirlenmiştir. Ancak üretim ve depolama süreçlerinde bu bileşenin miktarının artması literatürle uygun şekilde ilave edilen starter kültür vasıtasıyla amino asitlerden oluşma ihtimalini de artırmaktadır. Bu artışta sucuk örneklerinde meydana gelen nem kaybının ve proses ilerledikçe diğer aroma bileşiklerinin parçalanması sonucunda, bu bileşenin oranının artmasının da neden olabileceği düşünülmektedir. Heksanal; fermente sucuklarda KN1

grubu hariç, diğer uygulama gruplarında farklı proses aşamalarında tespit edilmiş veya tamamen parçalanmıştır. Heksanal K ve HSK1 gruplarında son ürüne kadar tespit edilememiştir. Heksanal; linoleik ve araşidonik asit gibi n-6 yağ asitlerinin oksidasyonu sonucunda oluşmaktadır. Heksanal, kuru kürlenmiş et ürünlerinde en önemli oksidasyon ürünü olarak kabul edilmektedir (Shahidi ve Pegg 1994, Ruiz vd. 1999, Ramirez ve Cava 2007). Özellikle heksanal gibi alifatik doymuş aldehytler, kuru fermente sosislerin aromalarına büyük katkı sağlamaktadır (Olivares vd. 2009). 2-heksenal fermente sucuklarda olgunlaştırma periyodunda KN2, HSK1, KSK1 ve KSK2 gruplarında tespit edilmiştir. Üretimin 9. gününde sadece KSK1 grubunda %0.15 düzeyinde, söz konusu dört grupta ise son üründe %0.13-0.15 aralığında belirlenmiştir. HSK2 grubunda ise 2-heksenal tespit edilememiştir. Diğer gruplarda; depolama süresince 2-heksenal tespit edilmiştir. Oktanal; fermente sucuklarda K, KN1, HSK1 ve HSK2 uygulama gruplarında belirlenmiştir. KN2, KSK1 ve KSK2 gruplarında üretim ve depolama aşamalarında oktanal tespit edilememiştir. Kalan gruplarda sucuk hamurunda; %0.06-0.07 düzeyinde oktanal tespit edilmiştir. Ancak, 12 gün üretim süresi sonunda oktanal tespit edilememiştir. Benzenasetaldehit; fermente sucuklarda K ve KSK1 gruplarında üretimin 3. gününde, KN1, KN2, HSK1 ve KSK1 gruplarında, üretimin 6. gününden ve HSK2 grubunda ise; 9. gününden itibaren oluşmaya başlamıştır. Uygulama gruplarının tamamında sucuk hamurunda benzenasetaldehit tespit edilememiştir. Üretim aşamasında benzenasetaldehit miktarında meydana gelen değişim, artış şeklinde olmuştur. Depolama süresince uygulama gruplarının tamamında benzenasetaldehit miktarı artmıştır ($p<0.01$). 3 ay depolama süresi sonunda ise; bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuklarda, kimyasal nitrit içeren sucuklara göre daha düşük seviyede benzenasetaldehit belirlenmiştir. 3 ay depolama süresi sonunda kimyasal nitrit içeren KN2 grubuna göre bitkisel nitrat/nitrit içeren sucuklarda daha düşük düzeyde kuminaldehit belirlenmiştir.

Fermente sucuk örneklerinde; toluen, oktan, stiren, undekan ve pentadekan olmak üzere, beş farklı hidrokarbon belirlenmiştir. Bunlardan; oktan, undekan ve pentadekan alifatik, toluen ve stiren ise; aromatik hidrokarbonlar arasında sınıflandırılmaktadır. Alifatik hidrokarbonların kaynağını, lipit oksidasyonu, toluenin kaynağını kırmızıbiber ve stirenin kaynağını ise; hayvanların beslendikleri yem materyali oluşturmaktadır. Üretim ve depolama aşamalarında; toluen, oktan, stiren ve pentadekan miktarı üzerine uygulama ve

süre interaksiyonunun etkisinin önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Undekanda ise; süre ve uygulamanın ayrı ayrı etkisinin önemli ($p<0.01$) önemli olduğu belirlenmiştir. Hidrokarbonlar sucuk hamurunda; %0.74-1.17 seviyelerinde, olgunlaştırılmış son üründe; %0.71-1.33 seviyelerinde ve depolama süresi sonunda; %0.44-0.73 düzeyinde belirlenmiştir. Olgunlaştırma ve depolama süresi boyunca, hidrokarbon miktarında düşüş gözlenmiştir. Ozturk (2015), sucuk örneklerinde 4 farklı alifatik hidrokarbon belirlemiştir ve bunların miktarının üretimin 4. gününde; %0.14-0.62, son üründe ise; %0.0-0.87 arasında değiştiğini belirlemiştir. Söz konusu araştırmacı sucuk örneklerinde 9 farklı aromatik hidrokarbon tespit etmiştir ve bunlarının miktarının üretimin 4. gününde; %0.32-6.08 ve son üründe; %0.37-2.81 arasında değiştiğini belirlemiştir. Kaban (2010), beş farklı sucuk örneğinde; %0.14-8.03 seviyesinde alifatik, %0.91-12.17 seviyesinde aromatik hidrokarbon belirlemiştir. Soncu vd. (2020), fermente sucuklarda depolama sırasında bir tane aromatik hidrokarbon tespit etmiştir. Ansorena vd. (2001), chorizo tipi kuru fermente sosislerde; %0.68-0.43 seviyesinde aromatik hidrokarbon belirlemiştir.

Toluen (metil benzen); fermente sucuklarda K grubunda üretimin 3. gününde %0.39 ve HSK1 grubunda sucuk hamurunda %0.06 ve üretimin 3. gününde %0.05 düzeyinde belirlenmesine rağmen, üretimin diğer günlerinde ve depolama süresince belirlenememiştir. KN1, KN2, HSK2, KSK1 ve KSK2 gruplarında, üretim ve depolama süresince toluen belirlenememiştir. Meynier (1999), tolueenin lipit degradasyonu sonucu oluşan doymamış karbonilik zincirlerin döngüleri sırasında da oluşabileceğini bildirmiştir. Bu yapıdaki bileşikler, hayvan dokularında çok düşük miktarlarda bulunabilmektedir. Üretim süresinde oktan miktarında; K, KN2, HSK1, HSK2 ve KSK2 gruplarında artış, KN1 ve KSK1 gruplarında ise azalma gözlenmiştir. Bu bileşiğin lipit oksidasyonu sonucunda oluştuğu düşünülmektedir (Berdague vd. 1991). Stiren; fermente sucukların sucuk hamurunda, KSK2 grubu hariç diğer gruplarda tespit edilmiştir. Üretimin 3. gününde K grubunda yok olurken, miktarı diğer uygulama gruplarında %0.22-0.31 arasında belirlenmiştir. 6. günde ise sadece HSK2 grubunda %0.14 seviyelerinde belirlenmiştir. Üretimin ve depolamanın geri kalan aşamalarında stiren belirlenememiştir. Bu bileşiğin ana kaynağını, hayvanların beslendikleri otların oluşturduğu düşünülmektedir (Berdague vd. 1993, Meynier vd. 1999). Üretim

aşamasında uygulama gruplarının tamamında undekan miktarında artış ($p<0.01$) gözlenmiştir. Sucuk hamurunda uygulama gruplarından sadece KSK1 grubunda pentadekan tespit edilirken, son üründe ise sadece KSK2 grubunda pentadekan tespit edilmiştir. Diğer uygulama gruplarında ise üretim sırasında pentadekan oluşumu gözlenmiş ancak tekrar yok olmuştur.

Fermente sucuklarda alkol olarak; 1-pentanol, 2,3-bütandiol, 1-heksanol, 4-terpineol ve *p*-simen-7-ol olmak üzere beş farklı uçucu bileşik belirlenmiştir. 1-pentanol ve 1-heksanolün kaynağını, lipit oksidasyonu; 2,3-bütandiolün kaynağını karbonhidrat fermantasyonu ve kırmızıbiber; 4-terpineolün kaynağını karabiber ve *p*-simen-7-ol'ün kaynağını ise kimyon veya et olduğu düşünülmektedir. Üretim ve depolama aşamalarında; 1-pentanol, 2,3-bütandiol, 1-heksanol ve *p*-simen-7-ol miktarları üzerine süre ve uygulama interaksiyonunun etkisinin önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. 4-terpineol miktarı üzerine ise süre ve uygulamanın etkisinin ayrı ayrı önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Sucuk hamurunda; %0.18-0.61 seviyelerinde, olgunlaştırılmış son üründe; %0.45-1.18 seviyelerinde ve 3 ay depolama süresi sonunda; %0.63-1.60 seviyelerinde toplam alkol belirlenmiştir. Genel olarak olgunlaştırma depolama süresi boyunca, alkol miktarında artış gözlenmiştir. Ozturk (2015), sucuk örneklerinde, 7 farklı alkol bileşeni tespit etmiştir ve bunların miktarını üretimin 4. gününde; %1.11-3.64 ve son üründe; %0.0-2.46 olarak belirlemiştir. Kaban (2010), piyasadan temin ettiği beş farklı sucuk örneğinde; %0,26-6,53 arasında değişen miktarlarda alkol belirlenmiştir.

Fermente sucuklarda 1-pentanol, sucuk hamurunda K grubunda; %0.09, HSK2 grubunda; %0.21 düzeyinde tespit edilmiştir. 3 ay depolama süresi sonunda ise; KN1, KN2 ve HSK1 gruplarında, 1-pentanol tespit edilmiştir. Üretim aşamasında K grubu dışında kalan uygulama gruplarında, 1-pentanol miktarında artış ($p<0.01$) gözlenmiştir. Alkol grubunda yer alan aroma bileşenleri, lipit oksidasyonu sonucunda ortaya çıkmaktadır (Mottram 1998, Elmore vd. 2002, Campo vd. 2003, Frank vd. 2016, Flores 2018). Sunesen vd. (2004), 1-pentanol oluşumunun bakteri varlığı ve lipit oksidasyonuna bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Lipit oto-oksidasyonu sonucunda oluşan; 1-pentanol, 1-hexanol ve 2-heptanon gibi bileşiklerin (Montel vd. 1998), nitratla kürlenmiş soslerde nitritle kürlenmiş

sosislerden daha fazla olabileceği bildirilmiştir. Nitrat ve nitritle kürlenmiş sosislerde ortaya çıkan bu farklılık, nitritin antioksidan özelliğinden (Mac Donald vd. 1980c) veya Stahnke (1999b) tarafından sosislerde yapılan denemelerde ortaya çıkana nitratin oksidatif etkisinden kaynaklanabilmektedir. Üretim ve depolama aşamalarında 2,3-bütandiol miktarında artış ($p<0.01$) gözlenmiştir. Fermente et ürünlerinde 2,3-bütandiol oluşumunun karbonhidratların laktik asit bakterileri tarafından fermente edilmesinden kaynaklandığı bildirilmektedir (Axelsson 1998, Montel vd. 1998, Berlitz ve Grosch 1999). 1-heksanol, K, KN1, KN2, HSK1 ve KSK1 gruplarında üretimin 6 ve 9. günlerinde tespit edilmiş, HSK2 ve KSK1 gruplarında tespit edilememiştir. Üretimin 12. gününden itibaren ise, tüm uygulama gruplarında yok olmuştur.

Sucuk örneklerinde furan olarak, sadece 2-pentil-furan belirlenmiştir. 2-pentil-furan miktarı üzerine; süre ve uygulama interaksiyonunun etkisini önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. KN1, KN2, KSK1 ve KSK2 gruplarında 2-pentil-furan belirlenmemiştir. Bu çalışmada 2-pentil-furanın kaynağı, kırmızıbiber olarak görülmektedir. Ancak 2-pentil-furanın; lipid oksidasyonu, ısı işlem, fumigasyon ve Maillard reaksiyonu sonucunda oluşabildiğini gösteren çalışmalarda mevcuttur (Flores vd. 1997, Shahidi 1998, Ames vd. 2001, Yu vd. 2008). 2-pentilfuran, sucuk hamurunda; %0.05-0.07 seviyesinde belirlenmiştir. Ancak 9. günden sonra, sucuk örneklerinde tespit edilmemiştir. 2-pentil furan, K, HSK1 ve HSK2 uygulama gruplarında tespit edilmiştir. Sucuk hamurunda %0.05-0.07 aralığında belirlenmiştir. 2-pentil-furanın; linoleik asit ve diğer n-6 yağ asitlerinin oksidasyonu sonucunda da oluşabildiği bildirilmiştir (Frankel 1991, Flores vd. 1997). Ancak burada uygulama gruplarında tespit edilen 2-pentil furan kaynağı lipid oksidasyonu olmayıp, üretimde kullanılan kırmızıbiberdir. Türkiye’de üretilen biberlerde, bu bileşene rastlanabilmektedir (Korkmaz vd. 2017).

Sucuk örneklerinde tanımlanan uçucu aromatik bileşiklerin büyük çoğunluğunu baharat kökenli terpenler oluşturmaktadır. Tanımlaması yapılan 21 farklı terpen şekil 4.2’de verilmiştir. Bunlardan kamfen; fermente sucuklarda belirlenememiştir. Tespit edilen terpenlerin büyük bir kısmını ise; *p*-simen, kuminaldehit, γ -terpinen ve limonen oluşturmaktadır. Üretim ve depolama aşamalarında; α -pinen, sabinen, β -pinen, β -mirsan, α -fellandiren, Δ^3 -karen, α -terpinen, limonen, *p*-simen, β -osimen, γ -terpinen, α -terpinolen,

linalol, α -kopaen, β -elemen, isokaryofillen, β -karyofillen, α -humulen ve β -selinen miktarı üzerine süre ve uygulama interaksiyonunun etkisinin önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir. A-thujen miktarı üzerine ise sadece sürenin etkisinin önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Uygulama gruplarında sucuk hamurunda; %64.40-77.74, 12 gün olgunlaştırma sonucunda elde edilen son üründe; %64.96-79.77 ve 3 ay depolama süresi sonunda %60.66-78.65 arasında değişen seviyelerde terpen belirlenmiştir. Ozturk (2015), sucuk örneklerinde, 41 farklı terpen tespit etmiştir ve bunlarının miktarlarının üretimin 4. gününde; %57.6-76.3, son üründe ise; %22.54-70.48 arasında değiştiğini belirlemiştir. Kaban (2010), piyasadan temin ettiği beş farklı firmaya ait sucuk örneğinin; %56.11-76.32 arasında değişen miktarlarda terpen içerdiğini bildirmiştir. Soncu vd. (2020), fermente sucuklarda depolama sırasında, 26 farklı terpen bileşik tespit etmiştir ve terpen miktarının depolama başlangıcında %59.37-66.96, 3ay depolama süresi sonunda ise %41.92-88.32 arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir.

Son üründe bitkisel kaynak içeren sucuklarda, kimyasal nitrit içeren sucuklara göre daha yüksek miktarda α -pinen belirlenmiştir. Üretim aşamasında KN2 ve HSK2 gruplarında α -pinen miktarında artış, KSK1; grubunda ise düşüş gözlenmiştir. Depolama aşamasında ise α -pinen miktarı artmıştır ($p<0.01$). Üretim aşamasında sabinen miktarında düşüş ($p<0.01$) gözlenmiştir. Üretim ve depolama aşamalarında β -pinen miktarında artışlar meydana gelmiştir ($p<0.01$). Üretim aşamasında, β -mirsene miktarı artmıştır ($p<0.01$). 3 ay depolama sonunda bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuklarda, daha yüksek düzeyde α -fellandiren belirlenmiştir. Üretim aşamasında α -fellandiren miktarında artış ($p<0.01$) gözlenmiştir. Üretim aşamasında Δ^3 -karen miktarında düşüş ($p<0.01$) gözlenmiştir. Depolama aşamasında KN2 grubunda; Δ^3 -karen miktarında düşüş, KSK1 grubunda ise artış gözlenmiştir. Üretim ve depolama aşamalarında α -terpinen miktarında düşüş ($p<0.01$) gözlenmiştir. Depolama aşamasında limonen miktarında düşüş ($p<0.01$) belirlenmiştir. Fermente sucuk örneklerinde *p*-simen miktarı, sucuk hamurunda tespit edilen uçucu aroma bileşenlerinin yaklaşık üçte birini oluşturmaktadır. Üretim ve depolama aşamalarında *p*-simen miktarında düşüş ($p<0.01$) gözlenmiştir. Üretim aşamasında γ -terpinen miktarı artmıştır ($p<0.01$). Üretim süresince K grubu dışında kalan diğer uygulama gruplarında, α -terpinolen miktarında artış ($p<0.01$) gözlenmiştir.

Üretim aşamasında KN2 grubu dışında kalan uygulama gruplarında, α -kopaen miktarında artış ($p<0.01$) gözlenmiştir. Depolama aşamasında KN1, HSK2 ve KSK1 gruplarında, β -elemen miktarında artış meydana gelmiştir. Üretim aşamasında uygulama gruplarının tamamında isokaryofillen miktarında düşüş ($p<0.01$) gözlenmiştir. Depolama aşamasında HSK1 grubunda; isokaryofillen miktarında azalma, KSK1 grubunda ise artış gözlenmiştir. Uygulama gruplarının tamamında üretim ve depolama aşamalarında; β -karyofillen miktarında artış ($p<0.01$) gözlenmiştir. Üretim aşamasında uygulama gruplarının tamamında; α -humulen miktarı artmıştır ($p<0.01$). Depolama aşamasında α -humulen miktarında artış ($p<0.01$) gözlenmiştir. Üretim aşamasında KN1, KN2 ve KSK2 gruplarında; β -selinen miktarında artış ($p<0.01$) meydana gelmiştir. Depolama aşamasında ise uygulama gruplarının tamamında, β -selinen miktarında artış gözlenmiştir.

4.1.10 Mikrobiyolojik analiz sonuçları

Farklı konsantrasyonlarda ve farklı nitrit/nitrat kaynağı içeren fermente sucuklarda, üretim sırasında belirlenen TMAB, LAB, MSB ve *Enterobacteriaceae* bakteri sayıları, çizelge 4.11'de verilmiştir.

Sucuk üretimi sırasında ortama laktik asit bakterilerinin hakim olmasıyla, üretimin başlarında TMAB, LAB ve MSB sayılarında artış, ürünün hijyenik kalitesine göre *Enterobacteriaceae* sayısında ise azalış beklenir (Soyer vd. 2005, Dalmış ve Soyer 2008). Sucuk hamurunda TMAB, LAB ve MSB sayıları sırasıyla 6.35-6.61 log kob/g, 5.97-6.20 log kob/g ve 5.63-5.86 log kob/g, son üründe ise sırasıyla 9.10-9.43 log kob/g, 9.31-9.55 log kob/g ve 6.64-6.67 log kob/g arasında değişmiştir. Tüm gruplar starter kültür inoküle edildiği için (*P. pentosaceus* + *S. carnosus*) başlangıçta ve üretim boyunca yüksek LAB ve MSB sayıları içermiştir. Yapılan varyans analizi, sucukların TMAB, LAB, MSB ve *Enterobacteriaceae* sayılarına üretim süresi ve uygulamanın birlikte etkisinin önemli ($p<0.01$) olduğunu göstermiştir. Uygulamanın etkisi incelendiğinde (Çizelge 4.11), 3. günde en yüksek TMAB sayısı 9.11 log kob/g ile KSK2 örneklerde, LAB sayısı 9.45 log kob/g ile HSK2 örneklerinde, MSB sayısı ise 6.75 log lob/g ile KN2 örneklerde belirlenmiştir ($p<0.01$). Üretimin sonunda ise; KN1, KN2, HSK1, HSK2 ve KSK2 örnekler en yüksek TMAB sayısı içermiş ve aralarındaki fark önemli bulunmamıştır

Çizelge 4.11 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda üretim sırasında mikrobiyal sayıda meydana gelen ortalama değişim (log kob/g)

Gün	K*	KN1*	KN2*	TMAB ^{1, 2, 3**}	HSK1*	HSK2*	KSK1*	KSK2*
0	6.61±0.07 ^{Da}	6.35±0.00 ^{Db}	6.49±0.01 ^{Eab}	6.40±0.04 ^{Dab}		6.49±0.00 ^{Cab}	6.38±0.04 ^{Db}	6.37±0.03 ^{Cb}
3	8.19±0.00 ^{Cc}	8.12±0.00 ^{Cc}	8.22±0.02 ^{De}	8.20±0.00 ^{Cc}		8.44±0.02 ^{Bb}	8.26±0.00 ^{Cc}	9.11±0.70 ^{Ba}
6	8.97±0.00 ^{Bde}	9.10±0.00 ^{Be}	9.25±0.00 ^{Cbe}	9.15±0.02 ^{Be}		9.41±0.01 ^{Aa}	9.27±0.01 ^{Bb}	9.36±0.00 ^{Aa}
9	9.30±0.02 ^{Ac}	9.53±0.02 ^{Ab}	9.77±0.01 ^{Aa}	9.44±0.02 ^{Abc}		9.45±0.01 ^{Abc}	9.45±0.00 ^{Abc}	9.52±0.00 ^{Ab}
12	9.10±0.05 ^{Bb}	9.37±0.05 ^{Aa}	9.42±0.11 ^{Ba}	9.39±0.03 ^{Aa}		9.37±0.04 ^{Aa}	9.20±0.03 ^{Bb}	9.43±0.00 ^{Aa}
LAB ^{1, 2, 3**}								
0	6.20±0.12 ^{Ca}	5.97±0.04 ^{De}	6.07±0.04 ^{Db}	6.04±0.01 ^{Db}		6.17±0.01 ^{Ca}	6.05±0.18 ^{Cb}	6.04±0.06 ^{Cb}
3	9.19±0.02 ^{ABc}	9.05±0.00 ^{Cd}	9.27±0.00 ^{Cb}	9.19±0.00 ^{Cc}		9.45±0.01 ^{ABa}	9.19±0.00 ^{Be}	9.30±0.03 ^{Bb}
6	9.21±0.05 ^{Ad}	9.13±0.00 ^{Ce}	9.39±0.07 ^{Cb}	9.25±0.01 ^{BCd}		9.47±0.00 ^{ABa}	9.22±0.01 ^{Bd}	9.33±0.00 ^{Be}
9	9.26±0.00 ^{Ac}	9.53±0.01 ^{Ab}	9.80±0.00 ^{Aa}	9.52±0.01 ^{Ab}		9.57±0.09 ^{Ab}	9.53±0.01 ^{Ab}	9.46±0.00 ^{Ab}
12	9.09±0.09 ^{Be}	9.35±0.02 ^{Bb}	9.55±0.00 ^{Ba}	9.37±0.01 ^{Bb}		9.33±0.02 ^{Bb}	9.31±0.09 ^{Bb}	9.42±0.09 ^{ABb}
MSB ^{1, 2, 3**}								
0	5.69±0.01 ^{Dcd}	5.71±0.01 ^{Dcd}	5.74±0.02 ^{Cbe}	5.80±0.01 ^{Eab}		5.86±0.02 ^{Ea}	5.63±0.01 ^{Cd}	5.70±0.02 ^{Ecd}
3	6.50±0.03 ^{Cc}	6.41±0.00 ^{Cc}	6.75±0.01 ^{Aa}	6.46±0.04 ^{De}		6.62±0.01 ^{Cb}	6.49±0.01 ^{Be}	6.48±0.02 ^{De}
6	6.64±0.06 ^{Bab}	6.58±0.00 ^{ABb}	6.56±0.01 ^{Bb}	6.69±0.04 ^{Ba}		6.72±0.01 ^{Ba}	6.64±0.03 ^{Ab}	6.69±0.01 ^{Ba}
9	6.75±0.12 ^{Ab}	6.63±0.01 ^{Ac}	6.54±0.01 ^{Bd}	6.86±0.00 ^{Aa}		6.87±0.03 ^{Aa}	6.65±0.00 ^{Ac}	6.77±0.02 ^{Ab}
12	6.67±0.01 ^{Ba}	6.54±0.00 ^{Bbc}	6.48±0.00 ^{Bcd}	6.55±0.04 ^{Cbe}		6.53±0.00 ^{Pbc}	6.44±0.01 ^{Bd}	6.59±0.04 ^{Cb}
Enterobacteriaceae ^{1, 2, 3}								
0	3.57±0.05 ^{Da}	3.25±0.07 ^{Ab}	2.78±0.00 ^{Ac}	2.87±0.03 ^{Cc}		3.24±0.09 ^{Cb}	2.98±0.04 ^{Be}	2.85±0.00 ^{Cc}
3	4.67±0.18 ^{Ab}	2.87±0.08 ^{Be}	2.24±0.03 ^{Bf}	3.76±0.18 ^{Ac}		4.89±0.10 ^{Aa}	3.30±0.06 ^{Ad}	3.32±0.13 ^{Ad}
6	4.18±0.11 ^{Bb}	2.37±0.09 ^{Cc}	2.11±0.01 ^{BCf}	3.62±0.09 ^{ABc}		4.56±0.12 ^{Ba}	2.97±0.02 ^{Bd}	3.77±0.10 ^{Be}
9	3.80±0.05 ^{Ca}	2.34±0.11 ^{Cd}	1.93±0.03 ^{CDe}	3.41±0.05 ^{Bb}		3.22±0.06 ^{Cb}	2.65±0.03 ^{Cc}	2.44±0.06 ^{Dcd}
12	3.51±0.01 ^{Da}	2.31±0.05 ^{Cc}	1.82±0.06 ^{Bd}	2.62±0.03 ^{Pb}		2.37±0.04 ^{Pc}	2.46±0.06 ^{Cbe}	2.39±0.07 ^{De}

* K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KNI, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

** TMAB, Toplam mezofil aerobik bakteri sayısı; LAB, Laktik asit bakteri sayısı; MSB, Mikrokok-Stafilokok bakteri sayısı.

¹ Sonuçlar iki tekrarlı ortalaması ± standart sapması olarak verilmiştir.

² Her bir satırda (a,b,c,...→) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01)

³ Her bir sütunda (A,B,C,...J) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

($p>0.01$). K ve KSK1 ise; en düşük TMAB sayılarına sahip olmuş ve diğer gruplar ile aralarındaki fark önemli ($p<0.01$) olmuştur. TMAB ve LAB sayıları; tüm gruplarda 9. güne kadar artmış, 12. günde ise azalmıştır. LAB sayısı, 12. günde en fazla 150 ppm kimyasal nitrit içeren örnekte belirlenirken ($p<0.01$); KN1 ve bitkisel nitrit kaynağı içeren gruplar arasında fark olmaması ($p>0.01$), bitkisel kaynakların LAB sayısı üzerine olumsuz etkisi olmadığını göstermektedir.

Fermente et ürünlerinde MSB; LAB'den sonra en çok bulunan ikinci mikroorganizma grubudur. Üretim sırasında sayıları tüm gruplarda 9. güne kadar artmış, 12. günde ise azalmıştır. Farklı kaynaktan farklı düzeyde nitrat/nitrit kaynağı kullanımının MSB sayısı üzerine etkisi; sucuk hamurunda, 3, 6, 9. günlerde ve son üründe önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Üretim süresinin MSB sayısı üzerine etkisinin ise; uygulama gruplarının tamamında önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. MSB yükü; KN2 grubunda üretimin 3., KN1 ve KSK1 gruplarında 6. ve K, HSK1, HSK2 ve KSK2 gruplarında 9. güne kadar artış göstermiş, KN2 grubu dışında kalan uygulama gruplarında 9-12. günler arasında düşüş göstermiştir. KN2 grubunda ise; 6-12. günler arasında MSB sayısı sabit kalmıştır. Son üründe MSB sayısı en fazla olan grup; nitrat/nitrit içermeyen K grubu olurken, en düşük MSB sayısı KSK1 grubunda belirlenmiştir. KN1, KN2, HSK1, HSK2 ve KSK2 grupları ise MSB sayısı bakımından, benzer özellik göstermiştir.

Sucuk hamurunda *Enterobacteriaceae* sayısı; 2.78-3.57 log kob/g ve son üründe ise 1.82-3.51 log kob/g aralığında belirlenmiştir. Farklı kaynaktan farklı düzeyde nitrat/nitrit kaynağı kullanımının *Enterobacteriaceae* sayısı üzerine etkisi sucuk hamurunda, 3, 6 ve 9. günlerde ve son üründe önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Üretim süresinin *Enterobacteriaceae* sayısı üzerine etkisinin ise; uygulama gruplarının tamamında önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Nitrat/nitrit içermeyen K grubu ile bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren; HSK1, HSK2, KSK1 ve KSK2 gruplarında üretimin 0-3. günleri arasında *Enterobacteriaceae* sayısı artış göstermiş, bunu takip eden süreçte düşüş gözlenmiştir. Kimyasal nitrit içeren KN1 ve KN2 gruplarında ise; sucuk hamurundan itibaren *Enterobacteriaceae* sayısında azalma gözlenmiştir. Son üründe en fazla sayı nitrat/nitrit içermeyen K grubunda (3.51 log kob/g), en düşük sayı ise 150 ppm kimyasal nitrit içeren KN2 (1.82 log kob/g) grubunda belirlenmiştir. Diğer uygulama grupları ise

Çizelge 4.12 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente sucuklarda depolama sırasında mikrobiyal sayıya meydana gelen ortalama değişim (log kob/g)

Ay	K*	KN1*	KN2*	HSK1*	HSK2*	KSK1*	KSK2*
TMAB^{1,2,3**}							
0	9.70±0.01 ^{Aa}	9.37±0.05 ^{Ab}	9.41±0.11 ^{Ab}	9.39±0.03 ^{Ab}	9.36±0.04 ^{Ab}	9.20±0.03 ^{ABb}	9.43±0.00 ^{Ab}
1	9.33±0.10 ^{Ba}	9.34±0.12 ^{Aa}	9.41±0.01 ^{Aa}	9.20±0.09 ^{ABa}	9.35±0.11 ^{Aa}	9.40±0.06 ^{Aa}	9.33±0.01 ^{Aa}
2	9.21±0.06 ^{Cab}	9.12±0.12 ^{ABab}	9.16±0.01 ^{Bab}	9.00±0.07 ^{Bb}	9.05±0.14 ^{Bb}	9.34±0.14 ^{Aa}	9.19±0.01 ^{ABab}
3	8.75±0.07 ^{Cbc}	8.91±0.09 ^{Bab}	8.99±0.10 ^{Bab}	8.66±0.12 ^{Cc}	8.89±0.09 ^{Babc}	8.97±0.03 ^{Bab}	9.04±0.15 ^{Ba}
LAB^{1,2,3**}							
0	9.49±0.09 ^{Aa}	9.35±0.02 ^{Aa}	9.55±0.00 ^{Aa}	9.37±0.01 ^{Aa}	9.33±0.02 ^{Aa}	9.31±0.09 ^{Aa}	9.42±0.09 ^{Aa}
1	9.36±0.11 ^{Aab}	9.36±0.01 ^{Aab}	9.44±0.06 ^{Aa}	9.05±0.06 ^{Ab}	9.29±0.08 ^{ABab}	9.34±0.04 ^{Aab}	9.30±0.14 ^{Aab}
2	9.18±0.14 ^{Aa}	9.05±0.09 ^{Aa}	9.22±0.19 ^{ABa}	9.04±0.08 ^{Aa}	8.98±0.06 ^{Ba}	9.29±0.10 ^{Aa}	9.20±0.08 ^{Aa}
3	8.50±0.39 ^{Bb}	8.55±0.01 ^{Bb}	8.93±0.01 ^{Ba}	8.54±0.00 ^{Bb}	8.49±0.12 ^{Cb}	8.57±0.24 ^{Bb}	8.37±0.10 ^{Bb}
MSB^{1,2**}							
0	6.67±0.01 ^a	6.54±0.00 ^a	6.48±0.00 ^a	6.55±0.04 ^a	6.53±0.00 ^a	6.44±0.01 ^a	6.59±0.04 ^a
1	6.53±0.04 ^a	6.52±0.01 ^a	6.42±0.06 ^a	6.46±0.06 ^a	6.49±0.02 ^a	6.54±0.04 ^a	6.51±0.01 ^a
2	6.51±0.36 ^{ab}	6.62±0.04 ^a	6.35±0.07 ^b	6.42±0.03 ^{ab}	6.47±0.03 ^{ab}	6.45±0.02 ^{ab}	6.50±0.01 ^{ab}
3	6.89±0.09 ^a	6.73±0.02 ^{ab}	6.23±0.04 ^d	6.56±0.11 ^{bc}	6.37±0.04 ^{cd}	6.53±0.08 ^{bc}	6.46±0.02 ^{cd}
Enterobacteriaceae^{1,2,3**}							
0	3.51±0.01 ^{Aa}	2.31±0.05 ^{Ad}	1.82±0.06 ^{Ae}	2.62±0.03 ^{Ab}	2.37±0.04 ^{Acd}	2.46±0.06 ^{Ac}	2.39±0.07 ^{Acd}
1	3.24±0.09 ^{Ba}	2.28±0.04 ^{Ad}	1.61±0.13 ^{Be}	2.47±0.01 ^{ABbc}	2.45±0.04 ^{Abc}	2.54±0.01 ^{Ab}	2.42±0.06 ^{Ac}
2	3.39±0.12 ^{ABa}	2.24±0.05 ^{Ae}	1.56±0.03 ^{Bf}	2.44±0.14 ^{ABbc}	2.32±0.00 ^{Ade}	2.48±0.03 ^{Ab}	2.36±0.03 ^{Acd}
3	3.43±0.03 ^{Aa}	2.02±0.03 ^{Bd}	1.04±0.06 ^{Ce}	2.41±0.10 ^{Bb}	2.26±0.12 ^{Ac}	2.40±0.02 ^{Ab}	2.30±0.06 ^{Ac}

* K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KNI, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

** TMAB, Toplam mezofil aerobik bakteri sayısı; LAB, Laktik asit bakteri sayısı; MSB, Mikrokok-Stafilokok bakteri sayısı.

¹ Sonuçlar iki tekerrür ortalaması ± standart sapması olarak verilmiştir.

² Her bir satırda (a,b,c,...→) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

³ Her bir sütunda (A,B,C,...) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

birbirleriyle yaklaşık benzer özellik göstermişlerdir. Sonuç olarak farklı düzeylerde ve farklı kaynaklardan nitrat/nitrit kullanımı, nitrat/nitrit ilave edilmeyen K grubuna göre Enterobacteriaceae sayısında düşüşe neden olmuştur. Son üründe bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örneklerinde Enterobacteriaceae sayısı, yüksek düzeyde kimyasal nitrit içeren KN2 grubuna göre yüksek, düşük düzeyde kimyasal nitrit içeren KN1 grubuna göre ise benzer düzeyde belirlenmiştir.

Farklı konsantrasyonlarda ve farklı nitrit/nitrat kaynağı içeren fermente sucuklarda depolama sırasında belirlenen TMAB, LAB, MSB ve Enterobacteriaceae bakteri sayıları, çizelge 4.12’de verilmiştir. Varyans analizi sonucu TMAB, LAB ve Enterobacteriaceae sayısına süre ve uygulamanın birlikte etkisinin önemli olduğunu, MSB sayısına ise; sadece uygulamanın etkili olduğunu ($p<0.01$) göstermiştir. Depolama boyunca uygulama gruplarının tamamında TMAB sayısında düşüş gözlenmiş, 3 ay sonunda en düşük TMAB sayısı; 8.66 log kob/g ile HSK1 grubunda, en yüksek ise; 9.04 log kob/g ile KSK2 grubunda belirlenmiştir. Depolamada, 1. ayda farklı kaynaklardan nitrat/nitrit kullanımı TMAB sayısını etkilemezken, 0, 2 ve 3. aylarda etkilemiştir ($p<0.01$). Depolama süresi sonunda kimyasal nitrit içeren KN1 ve KN2 gruplarına göre, HSK2, KSK1 ve KSK2 gruplarıyla benzer, HSK1 grubunda daha düşük; nitrat/nitrit içermeyen K grubuna göre ise HSK1, HSK2 ve KSK1 gruplarında benzer, KSK2 grubunda ise daha fazla miktarda TMAB sayısı belirlenmiştir.

Depolama başlangıcında 9.31-9.55 log kob/g arasında değişen LAB sayısı, 3 ay depolama sonunda 8.37-8.93 log kob/g aralığında belirlenmiştir. LAB sayısı; HSK2 grubunda depolamanın 1., diğer uygulama gruplarında ise 2. aydan itibaren düşmeye başlamıştır. Depolama süresince örnek alma periyotlarının tamamında farklı oranda ve farklı kaynaklardan nitrat/nitrit kullanımı, LAB sayısını etkilemiştir ($p<0.01$). Depolama süresi sonunda en yüksek LAB sayısı, 150 ppm kimyasal nitrit içeren KN2 grubunda belirlenirken, diğer uygulama gruplarının tamamında benzer LAB sayısı belirlenmiştir. Depolama süresi sonunda LAB sayısı bakımından nitrat/nitrit içermeyen K grubuyla ve düşük düzeyde kimyasal nitrit içeren KN1 grubuyla, bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örneklerinin tamamı benzer özellik gösterirken, söz konusu grupların tamamı yüksek düzeyde kimyasal nitrit içeren KN2 grubundan daha düşük LAB sayısına sahip

olmuştur. Sonuç olarak bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örnekleri LAB sayısını depolama süresi sonunda kimyasal nitrit içeren eşdeğerleriyle benzer düzeyde tutmada başarılı olmuştur.

Depolama başlangıcında; 6.44-6.67 log kob/g arasında değişen MSB yükü, 3 ay depolama sonunda; 6.28-6.89 log kob/g aralığında belirlenmiştir. Depolama süresinin, MSB sayısı üzerine etkisi önemsiz ($p>0.01$) düzeyde bulunmuştur. Depolama süresinin başlangıcında ve 1. ayda farklı oranda ve farklı kaynaklarda nitrat/nitrit kaynağı kullanımının MSB sayısı üzerine etkisi önemsiz ($p>0.01$), 2. ve 3. aylarda ise önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Depolama sonunda en yüksek MSB sayısı; nitrat/nitrit içermeyen K grubunda, en düşük MSB sayısı ise; 150 mg/kg kimyasal nitrit içeren KN2 grubunda belirlenmiştir. Depolama sonunda MSB sayısı bakımından düşük düzeyde kimyasal nitrit içeren KN1 grubuyla HSK1 ve KSK1 grupları benzerlik gösterirken, HSK2 ve KSK2 gruplarında daha düşük düzeyde; yüksek düzeyde kimyasal nitrit içeren KN2 grubuyla kıyaslandığında ise HSK2 ve KSK2 grubu benzer, HSK1 ve KSK1 gruplarında ise daha yüksek düzeyde MSB sayısı belirlenmiştir. Son üründe bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örnekleriyle, kimyasal nitrit içeren eşdeğerleriyle benzer MSB sayısına sahip olmaları, MSB sayısı bakımından istenilen etkiyi sağladıklarını göstermektedir. Ayrıca özellikle bitkisel nitrat kaynağı içeren sucuk örneklerinde ortamda yeterli miktarda kalıntı nitrit bulunduğundan, depolama sırasında ürün güvenliği ve kalite özelliklerinin devamlılığını sağlayacak miktarda nitrat/nitrit dönüşümünü sağlayacak MSB sayısının olması ayrıca önem taşımaktadır.

Depolama başlangıcında 1.82-3.51 log kob/g arasında değişen *Enterobacteriaceae* sayısı, 3 ay depolama sonunda 1.04-3.43 log kob/g aralığında belirlenmiştir. Depolama süresinin etkisi; HSK2, KSK1 ve KSK2 gruplarında önemsiz ($p>0.01$), diğer uygulama gruplarında önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. K grubunda depolama başlangıcında düşen *Enterobacteriaceae* sayısı, depolamanın ilerleyen aşamalarında tekrar artmaya başlayarak başlangıç seviyesine yükselmiştir. *Enterobacteriaceae* yükü KN1 grubunda depolamanın 2., KN2 grubunda ise depolamanın 0-1. ve 2-3. ayları arasında düşüş göstermiştir. Depolama süresi sonunda en düşük *Enterobacteriaceae* sayısı 150 ppm kimyasal nitrit içeren grupta belirlenirken, en yüksek *Enterobacteriaceae* yükü

nitrat/nitrit içermeyen K grubunda belirlenmiştir. Hem kimyasal nitrit içeren sucuk örneklerinde hem de bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örneklerinde *Enterobacteriaceae* sayısı nitrat/nitrit içermeyen K grubundan daha düşük bulunmuştur. Bu durum; sucuk ortamına nitrat/nitrit ilavesinin, *Enterobacteriaceae* sayısını azaltmada etkili olduğunu göstermektedir. Depolama süresi sonunda kimyasal nitrit içeren KN1 ve KN2 gruplarına göre, bitkisel nitrat/nitrit içeren sucuk örneklerinde daha yüksek düzeyde *Enterobacteriaceae* sayısı belirlenirken, söz konusu grupların tamamında nitrat/nitrit içermeyen K grubundan daha düşük düzeyde *Enterobacteriaceae* belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında kimyasal nitritin depolama süresi sonunda *Enterobacteriaceae* sayısını bitkisel nitrat/nitrit kaynaklarına göre daha fazla düşürdüğü belirlenmiştir. Sonuç olarak, 3 ay depolama sonunda da bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örnekleri, kimyasal nitrit içeren eşdeğerleriyle benzer düzeyde TMAB, LAB ve MSB sayılarına sahip olarak sucuktaki doğal mikrobiyotayı olumsuz yönde etkilememişlerdir.

Ekici vd. (2015), siyah havuç konsantresi ilavesinin TMAB ve LAB düzeyi üzerine etkisinin önemli olmadığını, *Enterobacteriaceae* düzeyinin ise tespit limitinin altında ($<2 \log_{10} \text{kob/g}$) olduğunu bildirmiştir. Geleneksel fermente sucuklarda fermentasyonun başlarında; TMAB ve LAB sayısının hızlı şekilde arttığı ve bunu takiben de fermentasyon sonuna kadar yavaş yavaş azaldığı (Arslan ve Soyer 2018) bildirilmiştir. Olgunlaştırma süresi boyunca MSB ve *Enterobacteriaceae* sayısında meydana gelen düşüş genel olarak laktik asit bakterilerinin ortama hakim olmasıyla birlikte oluşturdukları asitlik nedeniyle pH'nın düşmesi, kurumaya bağlı olarak a_w değerinin düşmesi ve tuz konsantrasyonunun artması ve ortamda bulunan kullanılabilir karbonhidrat kaynağının tükenmesi gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır (Arslan ve Soyer 2018). Dalmış (2007), 90 gün depolama boyunca hem geleneksel fermente sucuklarda hem de ısıtılmış sucuklarda TMAB, LAB ve MSB sayılarında düşüş olduğunu bildirmiştir. Gençcelep (2006), sucuklarda farklı seviyelerde nitrit kullanımının ve olgunlaştırma süresinin LAB ve MSB sayısı üzerine etkisinin önemli olduğunu bildirmiştir. Kurt (2006), sucuklarda farklı düzeylerde ısıtılmış işlem uygulamasının ve olgunlaştırma süresinin TMAB, LAB ve MSB sayısı üzerine etkisinin önemli, farklı nitrit seviyelerinin etkisinin ise TMAB sayısı üzerine önemli, LAB ve MSB sayısı üzerine etkisinin ise önemsiz olduğunu bildirmiştir.

4.1.11 Duyusal analiz sonuçları

Fermente sucuklar, üretimden sonra ve depolamanın 1., 2. ve 3. aylarında çiğ ve pişmiş olarak koku, renk, tat, tekstür ve genel beğeni yönlerinden duyusal olarak değerlendirilmiş ve fermente çiğ ve pişmiş sucuklara ait duyusal değerlendirme sonuçları; çizelge 4.13 ve çizelge 4.14’de topluca verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, duyusal olarak bitkisel nitrat kaynağı içeren grupların, kimyasal nitrit içeren gruplarla benzer özellik gösterdiklerini ve kabul edildiklerini göstermektedir. Aynı şekilde bu sucuklar depolama süresi sonuna kadar duyusal özelliklerini büyük oranda korumuşlardır.

Çizelge 4.13 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente çiğ sucuklara ait duyusal değerlendirme sonuçları

Süre (Ay)	Sucuk grupları*						
	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
Koku^{1,2,4}							
0	5.57±2.23 ^B	7.43±2.07 ^A	7.57±2.64 ^A	7.00±1.73 ^A	6.71±2.14 ^A	6.71±2.43 ^A	6.43±1.90 ^A
1	6.86±1.66 ^{AB}	7.29±0.76 ^A	6.43±1.62 ^A	6.43±2.07 ^A	6.00±0.98 ^A	6.43±1.72 ^A	6.57±1.40 ^A
2	7.36±1.60 ^{AB}	7.29±1.25 ^A	7.71±0.76 ^A	7.29±1.60 ^A	7.57±0.98 ^A	7.43±0.79 ^A	7.00±1.00 ^A
3	8.50±0.87 ^A	7.79±0.91 ^A	7.64±0.75 ^A	7.71±0.76 ^A	8.00±0.82 ^A	8.00±0.82 ^A	7.86±1.07 ^A
Renk^{1,2,4}							
0	7.57±2.15	7.57±1.90	7.71±2.36	6.86±1.95	7.00±1.92	7.43±1.90	7.43±1.72
1	7.00±1.63	6.71±1.60	7.43±1.81	5.86±1.35	7.00±1.63	6.86±1.68	6.57±0.98
2	7.86±0.69	7.86±1.07	7.64±0.75	7.57±0.79	7.36±1.11	8.07±0.84	7.29±1.25
3	7.57±0.79	7.43±1.27	8.29±0.76	7.71±1.11	7.79±1.08	7.93±1.31	7.71±0.95
Tat^{1,3,4}							
0	6.57±1.99 ^A	7.28±2.29 ^A	6.71±1.80 ^A	7.00±2.16 ^A	7.00±2.00 ^A	6.86±1.86 ^A	7.43±1.90 ^A
1	7.00±1.16 ^A	6.86±0.69 ^A	7.00±1.00 ^A	5.57±1.51 ^B	6.71±0.95 ^A	7.29±1.11 ^A	6.86±0.90 ^A
2	7.07±0.84 ^A	7.71±0.95 ^A	6.86±0.69 ^A	7.07±0.73 ^A	7.14±0.0 ^A	7.29±0.95 ^A	7.14±1.07 ^A
3	7.50±0.50 ^A	7.50±0.50 ^A	7.79±0.99 ^A	7.71±0.70 ^A	7.64±0.48 ^A	7.43±0.54 ^A	7.21±0.39 ^A
Tekstür^{1,3,4}							
0	6.71±1.98	7.29±2.06	6.71±2.14	6.29±1.89	6.57±2.22	6.43±2.15	6.43±1.62
1	7.86±0.69	6.86±1.57	7.14±1.68	6.71±1.80	6.71±1.38	7.43±1.27	6.86±1.57
2	7.43±0.79	7.00±1.00	6.71±1.25	7.07±0.84	7.07±1.54	7.21±1.15	7.21±0.99
3	7.50±0.65	7.29±1.25	7.64±0.95	7.64±0.63	7.79±0.70	7.64±0.95	7.00±0.82
Genel beğeni^{1,2,4}							
0	6.86±1.77 ^A	7.27±1.98 ^A	6.71±2.06 ^A	6.79±1.63 ^{AB}	6.71±1.96 ^A	6.71±2.14 ^A	7.00±1.63 ^A
1	7.36±1.11 ^A	7.29±1.11 ^A	7.14±1.07 ^A	5.71±1.25 ^B	6.43±1.28 ^A	7.21±1.35 ^A	6.86±1.35 ^A
2	7.36±0.75 ^A	7.50±0.76 ^A	7.36±0.48 ^A	7.43±0.78 ^{AB}	7.50±0.76 ^A	7.43±0.79 ^A	7.64±0.85 ^A
3	7.43±0.73 ^A	7.50±1.04 ^A	7.93±0.84 ^A	7.86±0.48 ^A	7.86±0.48 ^A	7.71±1.41 ^A	7.43±0.45 ^A

* K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

¹ Sonuçlar yedi tekrerrüt ortalaması ± standart sapması olarak verilmiştir.

² Her bir sütunda (A,B,C,...) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

³ Her bir sütunda (A,B,C,...) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05).

⁴ Süre x Uygulama interaksyonu önemsizdir.

0, çok kötü; 10 ise çok iyi durumu göstermektedir.

Fermente çiğ sucuk örneklerinde koku açısından nitrat/nitrit içermeyen K grubunun beğeni düzeyi, depolama süresi sonunda artış göstermiştir. Diğer uygulama gruplarında depolama süresi boyunca koku puanları sayısal olarak artsa da bu artışın önemsiz ($p>0.05$) olduğu belirlenmiştir. Depolama başlangıcında 5.57-7.57 arasında değişen koku puanı depolama süresi sonunda 7.71-8.50 puan aralığına yükselmiştir. Depolama başlangıcında (son ürün) bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örnekleri, sayısal olarak hem kimyasal nitrit içeren hem de nitrat/nitrit içermeyen kontrol grubundan sayısal olarak daha yüksek puan almıştır. Depolama süresi sonunda ise; bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuklar, kimyasal nitrit içeren sucuk örneklerinden sayısal olarak daha yüksek, nitrat/nitrit içermeyen kontrol grubundan ise daha düşük koku puanı almıştır. Depolama süresi boyunca, örnek alma aşamalarının çoğunda bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örneklerinin hem kimyasal nitrit içeren sucuklardan yüksek puan alması hem de 3 ay depolama süresi boyunca sayısal olarak koku skorlarını korumaları ve artırmaları, kereviz ve kara havuç konsantrelerinin fermente sucuklarda kullanımlarının koku özelliği bakımından uygun bir seçim olduğunu göstermektedir. Ayrıca elde edilen sonuçlar fermente sucuklarda kereviz ve siyah havuç suyu konsantresi kullanımının, kimyasal nitrit kullanımına göre koku özelliği bakımından panelistlerce algılanan olumsuz bir etkiye neden olmadığını göstermektedir.

Çiğ fermente sucuklarda depolama başlangıcında renk puanları; 6.86-7.71 arasında değişirken, depolama süresi sonunda; 7.43-8.29 puan aralığında yükselmiştir. Renk puanı üzerine, ortalamalar açısından depolama süresinin etkisi önemli bulunsa da her grup bireysel olarak değerlendirildiğinde sürenin etkisi belirlenmemiştir. Depolama süresi sonunda sayısal olarak en yüksek puanı, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup alırken; en düşük puanı 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup almıştır. Bitkisel nitrat içeren gruplar ise, bu iki grup arasında puan almıştır. Depolama başlangıcında (son ürün) en yüksek renk puanı ortalaması 150 ppm nitrit ilave edilen örneklerde olurken, diğer grupların renk puanları ile arasında önemli bir fark belirlenmemiştir ($p>0.01$). Depolama sonunda bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örnekleri sayısal olarak düşük düzeyde kimyasal nitrit içeren KN1 grubundan yüksek, yüksek düzeyde kimyasal nitrit içeren KN2 grubundan ise sayısal olarak daha düşük renk puanı almıştır. Depolama süresi boyunca bitkisel nitrat/nitrit kaynağı kullanımı panelistler tarafından algılanan bir olumsuzluğa yol

açmadığı gibi depolama süresi boyunca renk skorlarında artış gözlenmiştir. Aynı zamanda kimyasal nitrit kullanılan sucuk örneklerine yakın renk puanları almaları, kereviz ve siyah havuç suyu kullanımının renk özelliği bakımından istenilen etkiyi gösterdiklerini ve sucuklarda kullanılabilirlik açısından her ikisinin de uygun seçim olduklarını göstermektedir.

Çiğ fermente sucuklarda tat açısından depolama başlangıcında; 6.57-7.43 puan verilirken, depolama süresi sonunda 7.21-7.79 arasında puan verilmiştir. Tat puanına, HSK1 grubu dışında kalan uygulama gruplarında, depolama süresinin etkisi önemsiz bulunmuştur. HSK1 grubunun tat puanı; 1. ayda düşerken, 2. aydan itibaren tekrar yükselmeye başlamıştır. KSK1 grubunun tat puanı sayısal olarak depolama süresi sonunda, depolama başlangıcına göre düşerken, diğer uygulama gruplarında artış gözlenmiştir. Depolama başlangıcında (son ürün) düşük düzeyde kimyasal nitrit içeren KN1 grubuna göre KSK2 grubu daha yüksek, HSK1, HSK2 ve KSK1 grupları sayısal olarak daha düşük tat puanı almıştır. Yüksek düzeyde kimyasal nitrit içeren KN2 grubuna göre; sayısal olarak bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örneklerinin tamamı daha yüksek tat puanı almıştır. Depolama süresi boyunca sucuk örneklerinin aldıkları tat puanları sayısal olarak KSK2 grubunda düşerken diğer sucuk örneklerinin tamamında artmıştır. Depolama süresi sonunda KN1 grubuna göre KSK1 ve KSK2 grupları düşük, HSK1 ve HSK2 grupları sayısal olarak daha yüksek puan almıştır. KN2 grubuna göre ise bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örneklerinin tamamı ise sayısal olarak daha düşük tat puanı almıştır. Depolama süresi boyunca fermente sucuk örneklerinde bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucukların kabul edilebilir düzeyde ve kimyasal nitrat/nitrit içeren sucuklara benzer tat puanları alması, kereviz ve siyah kara havuç suyu konsantresi kullanımının uygun bir seçim olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlar kereviz ve siyah kara havuç suyu konsantresi kullanımının sucuklarda panelistlerce algılanan olumsuz bir etkiye neden olmadıklarını ve kabul gördüklerini göstermektedir.

Çiğ fermente sucuklarda depolama başlangıcında tekstür bakımından en düşük puanı; 6.29 puan ile HSK1 grubu alırken, en yüksek puanı; 7.29 puanla KN1 grubu almıştır. Depolama süresi sonunda en düşük puanı; 7.00 puanla KSK2 grubu, en yüksek puanı ise; 7.79 puanla HSK2 grubu almıştır. Depolama başlangıcında bitkisel nitrat/nitrit kaynağı

içeren sucuk örnekleri; sayısal olarak hem nitrat/nitrit içermeyen kontrol grubundan hem de kimyasal nitrit içeren sucuklardan daha düşük puan almıştır. Depolama süresi boyunca KN1 grubunun tekstür puanı aynı kalırken, diğer sucuk örneklerinin tekstür puanı sayısal olarak artış göstermiştir. Depolama süresi sonunda; düşük düzeyde kimyasal nitrit içeren KN1 grubuna göre; KSK2 grubu sayısal olarak daha düşük, HSK1, HSK2 ve KSK1 grupları ise sayısal olarak daha yüksek tekstür puanı almıştır. Yüksek düzeyde kimyasal nitrit içeren KN2 grubuna göre ise; HSK1 ve KSK1 grupları sayısal olarak benzer, HSK2 grubu yüksek ve KSK2 grubu ise daha düşük tekstür puanı almıştır. Bitkisel nitrat/nitrit kaynağı kullanılan sucuk örneklerinin tamamında depolama süresi boyunca tekstürel özelliklerin korunması ve hatta ilerleyen aylarda alınan puanlarda artış gözlenmesi, bitkisel nitrat/nitrit kaynağı seçiminin uygun olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda kimyasal nitrit kullanımına göre panelistlerce algılanan olumsuz bir etkilerinin olmadığını göstermektedir.

Fermente çiğ sucuk örneklerinde genel beğeni düzeyi son üründe (depolama başlangıcında); 6.71-7.27 puan aralığında değişirken, depolama süresi sonunda; 7.43-7.93 puan aralığında değişmiştir. HSK1 grubunda depolama süresi boyunca meydana gelen değişim önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunurken, diğer uygulama gruplarında önemsiz bulunmuştur. Depolama başlangıcında (son ürün) düşük düzeyde kimyasal nitrit içeren KN1 grubuna göre, bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örneklerinin tamamı sayısal olarak daha düşük; yüksek düzeyde kimyasal nitrit içeren KN2 grubuna göre ise benzer ve daha fazla beğeni puanı almıştır. Depolama süresi boyunca sucuk örneklerinin tamamında sayısal olarak beğeni puanında artış gözlenmiştir. Depolama süresi sonunda KN1 grubuna göre; KSK2 grubu sayısal olarak daha düşük, HSK1, HSK2 ve KSK1 grupları ise sayısal olarak daha yüksek; KN2 grubuna göre ise bitkisel nitrit/nitrat kaynağı içeren sucuk örneklerinin tamamı sayısal olarak daha düşük genel beğeni puanı almıştır. Depolama süresi boyunca bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucukların genel beğeni puanlarını artırmaları hem kalitenin korunmasına hem de artışına katkı sağladıklarını göstermektedir. Depolama süresi sonunda siyah havuç suyu konsantresi içeren sucuklar beğeni puanı olarak kereviz suyu konsantresi içeren sucuklardan sayısal olarak daha yüksek puan almıştır. Depolama süresi boyunca bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örneklerinin, kimyasal nitrit içeren sucuk örneklerine benzer genel beğeni puanları

almaları, kereviz ve siyah havuç suyu konsantresi kullanımının bunlara alternatif olarak kullanılabileceklerini göstermektedir.

Çizelge 4.14 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren fermente pişmiş sucuklara ait duyuusal değerlendirme sonuçları

Süre (Ay)	Sucuk grupları*						
	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
Koku^{1, 2, 4}							
0	7.43±1.62	7.57±0.98	7.14±1.46	6.28±1.98	6.71±1.38	7.57±1.13	7.43±1.72
1	6.57±1.62	7.29±1.50	6.71±1.60	7.00±0.81	6.71±1.60	7.29±1.38	7.00±1.92
2	7.57±1.27	7.57±0.98	7.07±0.61	7.71±0.76	7.71±0.76	7.64±1.31	7.14±0.69
3	7.71±0.81	8.21±0.70	7.79±0.70	7.93±0.73	7.93±0.84	8.07±1.02	7.93±1.10
Renk^{1, 2, 4}							
0	7.71±1.98	7.71±1.60	7.57±1.72	6.57±1.51	6.56±0.90	7.86±2.19	7.43±1.62
1	7.00±1.29	7.14±1.07	7.43±1.13	6.43±1.13	6.86±1.07	7.29±1.70	7.64±1.44
2	8.00±0.81	8.00±1.16	8.00±0.81	7.86±0.90	7.78±1.15	8.00±1.00	8.00±1.00
3	7.64±0.75	8.21±0.70	8.43±0.84	8.00±1.29	7.29±1.38	7.64±1.11	7.50±0.96
Tat^{1, 3, 4}							
0	7.71±0.95 ^A	7.57±1.90 ^A	7.71±1.80 ^{AB}	6.86±1.95 ^A	7.00±1.53 ^A	7.43±1.27 ^A	7.71±1.60 ^A
1	6.86±1.57 ^A	7.43±0.98 ^A	6.43±1.72 ^B	6.71±0.95 ^A	6.71±1.11 ^A	7.57±1.40 ^A	7.86±1.57 ^A
2	7.93±0.84 ^A	6.86±1.31 ^A	7.43±0.98 ^{AB}	7.93±1.02 ^A	7.57±0.98 ^A	7.71±0.76 ^A	7.57±1.13 ^A
3	7.57±0.45 ^A	7.50±0.96 ^A	8.50±0.87 ^A	7.71±1.29 ^A	8.14±1.22 ^A	7.86±0.69 ^A	7.71±0.76 ^A
Tekstür^{1, 2, 4}							
0	7.57±1.90	7.71±1.38	7.43±1.72	7.29±1.60	7.00±1.29	7.00±2.16	7.57±1.40
1	6.29±1.98	6.86±2.41	7.00±1.63	6.29±1.25	6.71±1.38	7.29±0.95	6.86±1.95
2	7.57±0.79	7.36±0.48	6.86±1.07	7.79±1.08	7.07±1.31	7.64±0.75	7.43±0.98
3	7.86±1.07	7.57±0.79	7.93±1.54	8.00±1.00	7.78±0.99	7.43±1.13	7.64±1.03
Genel beğeni^{1, 2, 4}							
0	7.71±1.38	7.57±1.59	7.21±1.58	6.57±1.81	6.78±1.41	7.21±1.58	7.71±1.60
1	6.43±1.51	7.21±1.35	6.86±1.57	6.50±0.87	6.71±1.11	7.64±1.18	7.50±1.98
2	7.29±0.84	7.36±0.95	7.57±0.79	7.64±0.95	7.50±0.96	7.64±0.79	7.57±0.98
3	7.64±0.48	7.64±0.69	8.21±0.57	8.00±1.04	8.07±0.93	7.64±0.48	7.71±0.76

* K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

¹ Sonuçlar yedi tekerrür ortalaması ± standart sapması olarak verilmiştir.

² Her bir sütunda (A,B,C,...) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

³ Her bir sütunda (A,B,C,...) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05).

⁴ Uygulama x Süre etkileşimi önemsizdir.

0, çok kötü; 10 ise çok iyi durumu göstermektedir.

Fermente pişmiş sucuk örneklerinde depolama başlangıcında (son üründe) koku bakımından en düşük puanı; 6.28 ile HSK1 grubu, en yüksek puanı ise; 7.57 ile KN1 ve KSK1 grupları almıştır. Depolama süresi sonunda ise en düşük puanı; 7.71 ile K grubu, en yüksek puanı ise; 8.21 ile KN1 grubu almıştır. Depolama başlangıcında düşük düzeyde kimyasal nitrit içeren KN1 grubuna göre KSK1 grubu benzer, HSK1, HSK2 ve KSK2 grupları ise sayısal olarak daha düşük koku puanı almıştır. Yüksek düzeyde kimyasal nitrit içeren KN2 grubuna göre ise kereviz suyu konsantresi içeren KSK1 ve KSK2

grupları sayısal olarak daha yüksek, siyah havuç suyu konsantresi içeren HSK1 ve HSK2 grupları ise sayısal olarak daha düşük koku puanı almıştır. Depolama süresi boyunca uygulama gruplarının tamamında koku puanları sayısal olarak artış göstermiştir. Depolama süresi sonunda ise bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örnekleri, düşük düzeyde kimyasal nitrit içeren KN1 grubundan sayısal olarak daha az, yüksek düzeyde kimyasal nitrit içeren KN2 grubundan ise sayısal olarak daha yüksek koku puanı almıştır. Bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örneklerinin tamamında koku puanının artış göstermesi kereviz ve siyah havuç suyu konsantrelerinin fermente pişmiş sucukların koku üzerine olumsuz bir etkilerinin olmadığını ve kimyasal nitrit içeren eşdeğerlerine göre benzer veya yakın puan almaları, bunlara benzer etki sağladıklarını göstermektedir. Ayrıca bu sucukların aldıkları puanlara göre; kereviz ve siyah havuç suyu konsantrelerinin kullanımının, panelistler tarafından olumsuz bir algıya neden olmadıkları sonucuna yol açmaktadır.

Fermente pişmiş sucuk örneklerinde depolama başlangıcında (son üründe) renk bakımından en düşük puanı; 6.56 ile HSK2 grubu alırken, en yüksek puanı 7.86 ile KSK1 grubu almıştır. Depolama başlangıcında kimyasal nitrit içeren KN1 ve KN2 gruplarına göre; KSK1 grubunun renk puanı sayısal olarak daha yüksek, HSK1, HSK2 ve KSK2 grupları ise daha düşük puan almıştır. Son üründe kereviz suyu konsantresi içeren KSK1 ve KSK2 grupları; siyah havuç suyu konsantresi içeren HSK1 ve HSK2 gruplarına göre sayısal olarak 1 puan daha fazla almıştır. Depolama süresi boyunca K ve KSK1 gruplarının renk puanları düşmüş, diğer sucuk örneklerinin puanları ise artmıştır. Depolama süresi sonundan bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucukların renk puanı, sayısal olarak kimyasal nitrit içeren sucuklardan daha düşük kalmıştır. Ancak depolama süresinin ilerleyen dönemlerinde siyah havuç suyu konsantresi içeren sucukların renk puanları, kereviz suyu konsantresi içeren sucuklara yaklaşmış, hatta KSK1 grubu sayısal olarak geçmiştir. Depolama süresi boyunca bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucukların puanları göz önüne alındığında, pişmiş sucukta panelistler tarafından algılanan renk açısından puanların korunduğu ve artış gösterdiği belirlenmiştir. Depolama başlangıcında siyah havuç konsantresi içeren sucuk örneklerinde, siyah havucun içerdiği renk pigmentlerinin özellikle pişirme ile iyice konsantre olması ve rengi diğer sucuk örneklerine göre daha fazla koyulaştırmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Depolamanın ilerleyen aşamalarında ise ortam koşullarına bağlı olarak siyah havuç kaynaklı renk pigmentlerinin parçalanması sonucunda rengin diğer sucuk örneklerine yaklaşması ve normale dönmesi sonucunda, bu grubun aldığı renk puanlarında artış ortaya çıkmıştır.

Fermente pişmiş sucuk örneklerinde depolama başlangıcında (son üründe) en düşük tat puanını; 6.86 ile HSK1 grubu alırken, en yüksek tat puanını; 7.71 ile K, KN2 ve KSK2 grupları almıştır. Depolama süresi sonunda ise en düşük puanı 7.50 puan ile KN1 grubu, en yüksek puanı ise; 8.50 puan ile KN2 grubu almıştır. Depolama başlangıcında düşük düzeyde kimyasal nitrit içeren sucuklara göre KSK2 grubu sayısal olarak daha yüksek, HSK1, HSK2 ve KSK1 grupları ise daha düşük tat puanı almıştır. Yüksek düzeyde kimyasal nitrit içeren KN2 grubuyla, KSK1 grubu benzer; HSK1, HSK2 ve KSK2 grupları ise sayısal olarak daha düşük tat puanı almıştır. Son üründe kereviz suyu konsantresi içeren sucuk örnekleri, siyah havuç suyu konsantresi içeren sucuklardan daha yüksek tat puanı almıştır. K ve KN1 gruplarında depolama süresi sonunda tat puanı sayısal olarak düşmüş, KSK2 grubunda değişmemiş ve diğer uygulama gruplarında artmıştır. Depolama süresi sonunda bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örneklerinin tat puanları, düşük düzeyde kimyasal nitrit içeren KN1 grubundan yüksek, yüksek düzeyde kimyasal nitrit içeren KN2 grubundan ise sayısal olarak daha düşük kalmıştır. Renk özelliğinde olduğu gibi kara havuç suyu konsantresi içeren sucukların tat puanları renkte olduğu gibi depolama süresi sonunda artış göstererek, kereviz suyu konsantresi içeren sucuklara yaklaşmış, hatta HSK2 grubu, KSK1 ve KSK2 gruplarının puanlarını sayısal olarak geçmiştir. Sonuç olarak alternatif nitrat/nitrit kaynağı içeren sucukların panelistlerden aldıkları puanlar göz önüne alındığında, kimyasal nitrit içereceği değerlerine göre sayısal olarak daha düşük puan alsalar da bu grupların tamamının tat özelliği bakımından kabul edilebilir düzeyde puan almışlardır. Bu nedenle sucuklarda kereviz ve siyah havuç suyu konsantrelerinin, kimyasal nitrite alternatif olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Fermente pişmiş sucuk örneklerinde depolama başlangıcında (son ürün) tekstür puanı bakımından en düşük puanı; 7.00 ile HSK2 ve KSK1 grupları alırken, en yüksek puanı 7.71 ile KN1 grubu ile almıştır. Depolama süresi sonunda en düşük puanı; 7.43 ile HSK2

grubu, en yüksek puanı ise; 8.00 ile HSK1 grubu almıştır. Son üründe düşük düzeyde kimyasal nitrit içeren KN1 grubuna göre bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örneklerinin tamamı sayısal olarak daha düşük tekstür puanı almıştır. Yüksek düzeyde kimyasal nitrit içeren KN2 grubuna göre; KSK2 grubu sayısal olarak daha yüksek, HSK1, HSK2 ve KSK1 grupları ise daha düşük tekstür puanı almıştır. Tekstür puanı depolama süresi boyunca KN1 grubunda düşerken, diğer uygulama gruplarında artış göstermiştir. Depolama süresi sonunda düşük düzeyde kimyasal nitrit içeren KN1 grubuna göre; KSK1 grubu daha düşük, HSK1, HSK2 ve KSK2 grupları sayısal olarak daha yüksek puan almıştır. Yüksek düzeyde kimyasal nitrit içeren KN2 grubuna göre ise HSK1 grubu yüksek, HSK2, KSK1 ve KSK2 grupları ise sayısal olarak daha düşük tekstür puanı almıştır. Depolama süresi sonunda siyah havuç suyu konsantresi içeren sucuk örnekleri, kereviz suyu konsantresi içeren sucuk örneklerine göre sayısal olarak daha yüksek tekstür puanı almıştır. Sonuç olarak bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örnekleri duyuşsal olarak depolama süresi boyunca, sucukların tekstürel özelliklerinin korunmasına yardımcı olmuştur ve depolama süresinin ilerleyen aşamalarında tekstür puanlarının yükselmesine katkı sağlamıştır. Bu durum sucuklarda kereviz ve siyah havuç suyu konsantrelerinin tekstürel özellikler bakımından kimyasal nitrite alternatif olarak başarılı bir şekilde kullanılabileceklerini göstermektedir.

Depolama süresi başlangıcında en düşük genel beğeni puanına 6.57 ile HSK1 grubu sahip olurken, en yüksek beğeni puanına 7.71 ile K ve KSK2 grupları sahip olmuştur. Depolama süresi başlangıcında düşük düzeyde kimyasal nitrit içeren KN1 grubuna göre KSK2 grubu sayısal olarak daha yüksek genel beğeni puanı alırken, HSK1, HSK2 ve KSK1 grupları daha düşük beğeni puanı almıştır. Yüksek düzeyde kimyasal nitrit içeren KN2 grubuyla karşılaştırıldığında ise; KSK1 grubu benzer, KSK2 grubu daha yüksek ve HSK1 ve HSK2 grupları ise sayısal olarak daha düşük genel beğeni puanı almıştır. Ayrıca son üründe kereviz suyu konsantresi içeren sucuk örnekleri, siyah havuç suyu konsantresi içeren sucuklardan sayısal olarak daha yüksek genel beğeni puanı almıştır. Depolama süresi sonunda ise en düşük puana; 7.64 ile K, KN1 ve KSK1 grupları sahip olurken, en yüksek puana; 8.21 ile KN2 grubu sahip olmuştur. Depolama süresi sonunda KSK2 grubunun genel beğeni puanı aynı kalmış, K grubunun düşmüş ve diğer sucuk örneklerinin genel beğeni puanı ise artmıştır. Depolama süresi sonunda düşük düzeyde

kimyasal nitrit içeren KN1 grubuyla, KSK1 grubu benzer, HSK1, HSK2 ve KSK2 grubu ise sayısal olarak daha yüksek genel beğeni puanı almıştır. Yüksek düzeyde kimyasal nitrit içeren KN2 grubuna göre ise bitkisel nitrat/nitrit içeren sucuk örneklerinin tamamı sayısal olarak daha düşük genel beğeni puanı almıştır. Depolama süresi boyunca bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örnekleri, panelistlerden kabul edilir düzeyde genel beğeni puanı almış ve depolama süresinin sonuna kadar benzer ve daha yüksek genel beğeni puanı almayı başarmışlardır. Depolama başlangıcının tersine, depolama süresi sonunda siyah havuç suyu konsantresi içeren sucuk örnekleri, kereviz suyu konsantresi içeren sucuk örneklerinden daha yüksek genel beğeni puanı almışlardır. Depolama süresi sonunda bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuklar, genel olarak sucuklarda uygulanan 150 ppm nitrit içeren sucuk örneğinden sayısal olarak daha düşük puan alsalar da, panelistlerden aldıkları puanlar göz önüne alındığında hem kimyasal nitrit içeren eşdeğerlerine yakın puan almaları, hem de 3 ay depolama süresi boyunca aldıkları genel beğeni puanlarını korumaları ve artırmaları, kereviz ve siyah havuç suyu konsantrelerinin, sucuklarda uygulanabilir nitrit alternatifi olduklarını açıkça göstermektedir.

Jin vd. (2018), nitritle (100 ppm) birlikte kereviz tozu (%0.8) kullandığı çalışmasında, dört haftalık soğuk depolama sırasında bu iki grubun duyuşsal puanları arasında oldukça düşük farklar olduğunu bildirmiştir. Genel olarak daha önceden kereviz kullanılarak yapılan çalışmalar da bu durumu doğrulamaktadır (Sebrenak ve Bacus 2007, Sindelar vd. 2007b). Sindelar vd. (2007a) kürlenmemiş, emülsifiye pişmiş sosislerde kimyasal nitrit içeren örneklerin incelenen tüm duyuşsal özelliklerde kereviz suyu tozu içeren örneklerden daha yüksek puan aldığını bildirmiştir. Söz konusu sosislerin tamamında off-flavor/aroma ve kereviz flavor/aroması tespit edilmemiştir. Araştırmacılar bu durumu formülasyona giren baharatların diğer flavor/aromalarını baskılamasına bağlamışlardır. Ekici vd. (2015), sucuklarda farklı konsantrasyonlarda siyah havuç konsantresi ve kimyasal nitrit kullanımının duyuşsal özellikler üzerine etkisinin önemli olduğunu bildirmişlerdir. Tüm sucuk örneklerinin kabul edilebilir duyuşsal özelliklere sahip olduğunu, ancak siyah havuç konsantresi ve siyah havuç konsantresi/nitrit konsantrasyonlarında artışın duyuşsal puanda düşüşe neden olduğunu bildirmişlerdir.

4.2 Bitkisel Nitrat/Nitrit Kaynağı İlave Edilen Isıl İşlem Görmüş Sucuklarda Meydana Gelen Değişimler

4.2.1 Nem, yağ, protein ve kül miktarları

Isıl işlem görmüş sucuk örneklerinin; nem, yağ, protein ve kül miktarlarında üretim ve depolama boyunca meydana gelen değişimler, çizelge 4.15’de verilmiştir. Sucuklarda üretim ve depolama sırasında nem miktarında düşüş, yağ, protein ve kül miktarlarında ise oransal bir artış gözlenmiştir. Üretim süresi boyunca nem miktarında en fazla düşüş, fermentasyon ve ısıl işlem sonrası, son üründe meydana gelmiş, depolama sırasında nem miktarında meydana gelen düşüş daha sınırlı kalmıştır. Sucuk hamurunda ortalama nem, yağ, protein ve kül miktarları ortalaması sırasıyla; %59.05, %22.97, %13.48 ve %2.50, ısıl işlem sonucu son üründe; %54.66, %21.49, %19.11 ve %2.99, üç ay depolama sonunda ise sırasıyla; %52.15, %21.70, %21.33 ve %3.07 olarak belirlenmiştir. Sucukların bileşimine uygulamanın etkisi önemsiz ($p>0.01$), sürenin etkisi ise önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Sürenin etkisi; nem ve protein miktarlarında her bir aşamada önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunurken, yağ ve kül miktarlarında hamur ve son ürün arasında önemli ($p<0.01$) düzeyde, ürün ve depolama sonu arasında önemsiz ($p>0.01$) bulunmuştur.

Dalmış ve Soyer (2008), ısıl işlem görmüş sucuklarda, sucuk hamurunda nem içeriğinin %60.98-61.41 arasında değişen nem miktarının, son üründe; %52.25-50.33 arasına düştüğünü ve 3 ay depolama sonunda ise %46.23-45.21 seviyelerinde olduğunu belirlemiştir. Ercoşkun vd. (2010), ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinde, sucuk hamurunda %57.58 olan nem miktarının son üründe %39.33’e düştüğünü belirlemiştir. Coşkun vd. (2010), ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinde nem miktarını depolama başlangıcında %49.9, 30. günde %49.3, 60. günde %52.4 ve 90. günde 52.4 olarak belirlemişlerdir. Öz vd. (2018), ısıl işlem uygulanan sucuk örneklerinde son üründe starter kültür içerenlerde; %48.43, içermeyenlerde ise; %50.54 seviyelerinde nem belirlemişlerdir.

Çizelge 4.15 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıtılmış sucukların üretim ve depolama sırasında; nem, yağ, protein ve kül miktarlarında meydana gelen ortalama değişimler (%)

Sucuk*	Hamur	Üretim Sonu	Depolama Sonu	Ortalama
Nem miktarı^{1,2}				
K	58.86±0.50	54.73±0.3	52.25±0.34	55.28±2.97
KN1	59.37±0.05	54.61±0.49	53.06±0.24	55.68±3.39
KN2	59.05±0.07	53.84±0.59	51.75±0.36	54.88±3.39
HSK1	59.33±0.33	55.14±0.40	51.54±0.66	55.34±3.51
HSK2	59.06±0.43	54.47±0.26	52.49±0.38	55.34±3.02
KSK1	58.90±0.55	55.58±0.22	52.31±0.45	55.59±2.96
KSK2	58.77±0.32	54.24±0.10	51.66±0.52	54.89±3.23
Ortalama	59.05±0.39 ^A	54.66±0.62 ^B	52.15±0.61 ^C	
Yağ miktarı^{1,2}				
K	23.94±0.25	21.64±0.11	21.57±0.59	22.05±0.75
KN1	23.09±0.33	21.60±0.21	21.31±0.35	22.00±0.89
KN2	23.08±0.29	21.75±0.16	21.41±0.06	22.08±0.81
HSK1	22.89±0.12	21.39±0.49	21.73±0.16	22.00±0.74
HSK2	23.86±0.42	21.40±0.59	21.97±0.58	22.07±0.78
KSK1	23.17±0.22	21.55±0.30	21.67±0.26	22.13±0.84
KSK2	23.79±0.37	21.14±0.57	21.21±0.67	22.05±0.86
Ortalama	22.97±0.26 ^A	21.49±0.35 ^B	21.70±0.44 ^B	
Protein miktarı^{1,2}				
K	15.61±0.05	19.88±1.09	21.35±0.27	17.95±3.54
KN1	15.46±0.40	20.02±1.09	21.34±0.86	17.77±3.45
KN2	15.28±0.3	19.72±0.82	21.55±0.25	18.35±4.09
HSK1	15.22±0.22	19.72±0.56	21.37±0.89	17.94±3.95
HSK2	15.52±0.13	20.44±0.54	20.70±0.97	17.89±3.48
KSK1	15.37±0.05	20.11±0.13	21.19±0.15	17.56±3.52
KSK2	15.36±0.04	19.89±0.70	20.81±0.44	18.35±3.60
Ortalama	13.48±0.33 ^C	19.11±0.76 ^B	21.33±0.69 ^A	
Kül miktarı^{1,2}				
K	2.59±0.02	3.01±0.03	3.07±0.02	2.89±0.23
KN1	2.58±0.69	3.02±0.04	3.04±0.04	2.71±0.58
KN2	2.58±0.02	2.94±0.07	3.04±0.03	2.85±0.21
HSK1	2.56±0.02	3.01±0.04	3.11±0.02	2.89±0.26
HSK2	2.56±0.01	2.94±0.0	3.09±0.01	2.87±0.24
KSK1	2.55±0.01	3.02±0.04	3.08±0.04	2.89±0.26
KSK2	2.58±0.02	2.99±0.03	3.07±0.04	2.88±0.24
Ortalama	2.50±0.26 ^B	2.99±0.05 ^A	3.07±0.03 ^A	

* K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

¹ Sonuçlar iki tekerrür ortalaması ± standart sapması olarak verilmiştir.

² İlgili satırda (A,B,C,...→) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01).

Ercoşkun vd. (2010), ısıt işlem görmüş sucuk örneklerinde, sucuk hamurunda; %25.66 olan yağ miktarının, son üründe; %36.98'e, %13.26 olan protein miktarının %18.79'a ve %3.60 olan kül miktarının %5.17'ye yükseldiğini belirlemişlerdir. Hamur, ısıt işlem sonrası ve depolama sonrası bileşimdeki değişim ile, literatürdeki değişimler paralellik göstermektedir. Rakamsal farklılıklar; formülasyondaki farklılıklardan (yağ/kara et oranı), uygulanan ısıt işlem süresinden, depolama koşulları ve süresinden kaynaklanmaktadır.

4.2.2 pH değeri ve titrasyon asitliği

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen ısıt işlem görmüş sucukların üretim süresince belirlenen pH değerleri; çizelge 4.16'da verilmiştir. Sucuk hamurunda pH değerleri; 5.66-5.74 aralığında belirlenmiştir. Üretim sırasında ortama katılan starter kültürün etkisiyle; 3. gün sonunda pH değerinde düşüş meydana gelmiş ve pH değerleri; 4.62-4.73 aralığında değişim göstermiştir. Üretimin dördüncü gününde, sucuk gruplarına ısıt işlem uygulanmış ve bu işlem sonucunda pH değerleri tüm uygulama gruplarında yükselmiştir. Son üründe pH değeri; 4.78-4.87 aralığında belirlenmiştir. Sucukların pH değerine; uygulama ve üretim süresinin birlikte etkisi önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Üretimin başlangıcında (sucuk hamuru) farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanımının pH değeri üzerine etkisinin önemli ($p>0.01$) düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Ancak 3 günlük fermentasyon sonrası pH değeri tüm gruplarda önemli ($p<0.01$) düzeyde düşüş, ısıt işlem sonrasında ise önemli ($p<0.01$) düzeyde yükseliş göstermiştir. Düşük pH değeri ve ısıt işlem uygulamasının birlikte etkisi ile ortamda bulunan proteinlerde, denatürasyon sonucu ve ortam asitliği proteinlerle tamponlandığı için pH değerinde artış görülmüştür. Ayrıca ısıt işlem uygulaması ile serbest asidik gruplarda kaybın artması ve proteinlerde yeni, daha stabil olan çapraz bağların oluşması da pH değerinde artışa neden olabilmektedir (Hamm 1960). Benzer duruma, ısıt işlem uygulanan farklı sucuk örneklerinde de rastlanmıştır (Ercoşkun vd. 2010, Çakır vd. 2013, Öz vd. 2018).

Çizelge 4.16 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıtılmış sucularda üretim sırasında belirlenen ortalama pH ve titrasyon asitliği (% laktik asit) değerleri

Süre	Ürün Grubu*				
	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2
Gün	pH Değeri Üretim ^{1,2,3}				
0	5.73±0.04 ^{Aa}	5.68±0.01 ^{Aa}	5.74±0.01 ^{Aa}	5.71±0.02 ^{Aa}	5.66±0.03 ^{Aa}
3	4.73±0.02 ^{Ac}	4.66±0.05 ^{ABc}	4.68±0.00 ^{ABc}	4.72±0.01 ^{Ac}	4.62±0.01 ^{Bc}
4	4.87±0.01 ^{Ab}	4.84±0.02 ^{ABb}	4.78±0.04 ^{Bb}	4.82±0.03 ^{ABb}	4.78±0.01 ^{Bb}
Ay	pH Değeri Depolama ^{1,2,3}				
0	4.87±0.01 ^{Ab}	4.84±0.02 ^{ABb}	4.78±0.04 ^{Bb}	4.82±0.03 ^{ABb}	4.78±0.01 ^{Bb}
1	4.86±0.02 ^{Ab}	4.85±0.03 ^{ABb}	4.79±0.01 ^{BCb}	4.81±0.04 ^{ABCb}	4.78±0.01 ^{Cb}
2	4.89±0.01 ^{Ab}	4.89±0.01 ^{Aab}	4.83±0.01 ^{ABab}	4.86±0.04 ^{ABb}	4.81±0.01 ^{Bab}
3	4.98±0.01 ^{Aa}	4.93±0.04 ^{ABCa}	4.87±0.03 ^{Ca}	4.95±0.01 ^{ABa}	4.87±0.04 ^{Ca}
Gün	Titrasyon Asitliği Üretim ^{1,2,3}				
0	0.38±0.00 ^{Ac}	0.39±0.01 ^{Ac}	0.38±0.01 ^{Ac}	0.39±0.01 ^{Ac}	0.39±0.00 ^{Ab}
3	0.80±0.01 ^{Eb}	0.94±0.02 ^{Aa}	0.82±0.02 ^{DEb}	0.87±0.00 ^{Cb}	0.90±0.00 ^{Ba}
4	0.93±0.00 ^{CDa}	0.89±0.01 ^{Eb}	1.04±0.01 ^{Aa}	0.95±0.00 ^{Ca}	0.92±0.01 ^{Da}
Ay	Titrasyon Asitliği Depolama ^{1,2,3}				
0	0.93±0.00 ^{CDa}	0.89±0.01 ^{Db}	1.04±0.01 ^{ABa}	0.95±0.00 ^{BCDB}	0.92±0.01 ^{CDb}
1	0.95±0.02 ^{Ca}	1.09±0.08 ^{ABa}	1.01±0.02 ^{BCa}	1.16±0.00 ^{Aa}	1.00±0.01 ^{BCab}
2	0.93±0.01 ^{Ca}	1.05±0.08 ^{ABa}	1.04±0.01 ^{ABa}	1.11±0.01 ^{Aa}	1.06±0.01 ^{ABa}
3	0.98±0.00 ^{Ca}	1.12±0.01 ^{Aa}	1.00±0.01 ^{BCa}	1.09±0.01 ^{ABa}	1.03±0.02 ^{ABCa}

* K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

¹ Sonuçlar iki tekerrür ortalaması ± standart sapması olarak verilmiştir.

² Her bir sütunda (a.b.c....) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

³ Her bir satırda (A.B.C....) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

Öz (2018), pH değerini sucuk hamurunda 5.88, fermantasyon uygulaması sonrasında 5.58 ve ısıtma işlem uygulaması sonrasında ise; 5.63 olarak belirlemiştir. Ancak Armutcu vd. (2020) ısıtma işlem uygulamasının, sucuk örneklerinde pH değerinde değişime neden olmadığını bildirmişlerdir.

Son üründe kimyasal nitrit içeren KN1 ve KN2 grupları ile, alternatif nitrat/nitrit kaynağı içeren uygulama gruplarının tamamında benzer pH değerleri gözlemlenmiştir. Kürleme ajanı içermeyen K grubuna göre, HSK1, KSK1 ve KSK2 gruplarında benzer, HSK2 grubunda ise daha düşük pH değeri gözlemlenmiştir. Isıtma işlem görmüş sucuklarda son üründe bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucukların, kimyasal nitrit içeren eş değerleriyle pH değeri bakımından benzerlik göstermesi, kereviz ve siyah havuç suyu konsantresi kullanımının pH değeri bakımından uygun alternatifler olduklarını göstermektedir.

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen ısıtma işlem görmüş sucukların depolama süresince belirlenen pH değerleri, çizelge 4.16'da verilmiştir. Depolama başlangıcında (0. gün-nihai ürün) uygulama gruplarında pH değeri; 4.78-4.87 aralığında, 3 ay depolama sonunda; 4.87-4.98 aralığında belirlenmiştir. Depolama sonunda; en düşük pH değeri; 4.87 ile KN2, HSK2 ve KSK1 gruplarında gözlenirken, en yüksek pH değeri; 4.98 ile K grubunda gözlenmiştir. Depolama sonunda tüm grupların pH değeri, artış göstermiştir ($p<0.01$). Depolama sonunda kimyasal nitrit içeren KN1 grubu ile bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren grupların tamamında benzer pH değerleri belirlenmiştir. KN2 grubuna göre HSK2, KSK1 ve KSK2 gruplarında benzer, HSK1 grubunda ise daha yüksek pH değeri belirlenmiştir. Terns vd. (2011), emülsüfiye pişmiş sosislerde farklı düzeyde kiraz tozu ve starter kültür kullandıkları çalışmalarında, depolama sırasında pH değerinde önemli bir değişim belirlememişlerdir.

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen ısıtma işlem görmüş sucukların üretim sırasında belirlenen titrasyon asitliği miktarları, çizelge 4.16'da verilmiştir. Varyans analizi sonucu, titrasyon asitliğine uygulama ve süre etkisinin etkisi önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Isıtma işlem görmüş sucuklarda; sucuk hamurunda titrasyon asitliği % 0.38-0.39 arasında iken, fermantasyon

sonunda (3. gün) tüm gruplarda önemli düzeyde artmış (%0.80-0.94), ısıtma işlem sonrasında da bu artışın devam ettiği gözlenmiştir. Fermentasyon sırasında ortamdaki karbonhidratların, ilave edilen starter kültürlerin faaliyetleri neticesinde laktik aside parçalanması sonucunda, uygulama gruplarında titrasyon asitliği artış göstermiştir. Isıtma işlem uygulamasından sonra uygulama grupları arasında titrasyon asitliği bakımından farklılıklar devam etmiş, K, KN2, HSK1, KSK1 ve KSK2 gruplarında artış gösterirken, HSK2 grubunda değişmemiş ve KN1 grubunda ise azalmıştır. Son üründe düşük düzeyde kimyasal nitrit içeren KN1 grubuna göre; bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örneklerinin tamamında, daha yüksek oranda titrasyon asitliği belirlenmiştir. KN2 grubuyla titrasyon asitliği bakımından KSK1 grubu benzer özellik gösterirken, HSK1, HSK2 ve KSK2 gruplarında daha düşük düzeyde titrasyon asitliği belirlenmiştir. Kürlenme ajanı içermeyen K grubuna göre HSK1 ve HSK2 grupları benzer düzeyde, KSK1 ve KSK2 gruplarında ise daha yüksek düzeyde titrasyon asitliği belirlenmiştir.

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen ısıtma işlem görmüş sucukların depolama boyunca belirlenen titrasyon asitliği miktarları; çizelge 4.16'da verilmiştir. Varyans analizi, depolama sırasında titrasyon asitliğindeki değişime uygulama ve sürenin birlikte etkisinin önemli ($p < 0.01$) düzeyde olduğunu göstermiştir. Depolama sonunda; bitkisel nitrat/nitrit kaynağı kullanılan sucuklar, kimyasal nitrit kullanılan sucuklarla benzer titrasyon asitliği düzeyleri göstermişlerdir. Depolama sonunda, başlangıça göre; K, KN2 ve KSK1 gruplarında titrasyon asitliği değişmezken, KN1, HSK1, HSK2 ve KSK2 gruplarında artış göstermiştir. Depolama sonunda, titrasyon asitliği değerinin; 0.98-1.12 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

4.2.3 CIE L^* , a^* ve b^* renk değerleri

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen ısıtma işlem görmüş sucukların üretim süresi boyunca belirlenen L^* değerleri çizelge 4.17'de verilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucu, ısıtma işlem görmüş sucukların L^* değerine uygulamanın etkisinin önemsiz ($p > 0.01$), sürenin etkisinin ise önemli ($p < 0.01$) düzeyde olduğunu göstermiştir. Sürenin etkisi sadece K örneklerde 0. ve 4. gün ve HSK1 örneklerinde 0 ve 3. gün arasında önemli ($p < 0.01$) düzeyde, diğer gruplarda ise süreler arasındaki fark

Çizelge 4.17 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıtım işlem görmüş sucuklarda üretim ve depolama sırasında belirlenen ortalamalar L^* , a^* ve b^* değerleri

Süre	K^*	$KN1^*$	$KN2^*$	$HSK1^*$	$HSK2^*$	$KSK1^*$	$KSK2^*$
Gün	L^* Değeri Üretim^{1,2}						
0	53.21±0.40 ^a	46.50±0.07 ^a	46.81±0.28 ^a	44.74±2.02 ^b	50.28±1.50 ^a	46.46±1.76 ^a	46.56±2.35 ^a
3	49.75±0.22 ^{ab}	49.37±1.69 ^a	50.11±2.23 ^a	50.78±0.44 ^a	50.00±0.83 ^a	48.57±0.33 ^a	47.51±0.34 ^a
4	46.63±0.61 ^b	47.54±0.64 ^a	47.75±0.35 ^a	48.47±1.26 ^{ab}	48.71±1.02 ^b	46.51±0.19 ^a	46.60±0.39 ^a
Ay	L^* Değeri Depolama¹						
0	46.63±0.61 ^{Aa}	47.54±0.64 ^{Aa}	47.75±0.35 ^{Aa}	48.47±1.26 ^{Aa}	48.71±1.02 ^{Aa}	46.51±0.19 ^{Aa}	46.60±0.39 ^{Aa}
1	47.71±0.42 ^{Aa}	48.79±0.71 ^{Aa}	48.99±0.07 ^{Aa}	48.01±0.11 ^{Aa}	48.39±1.01 ^{Aa}	47.34±0.96 ^{Aa}	48.14±1.69 ^{Aa}
2	46.47±2.01 ^{Aa}	46.40±0.02 ^{Aa}	47.75±0.12 ^{Aa}	47.99±0.24 ^{Aa}	49.57±1.44 ^{Aa}	48.29±0.52 ^{Aa}	46.58±1.19 ^{Aa}
3	48.19±0.41 ^{Aa}	46.14±0.37 ^{Aa}	49.37±0.91 ^{Aa}	47.20±0.06 ^{Aa}	48.70±0.03 ^{Aa}	47.73±0.65 ^{Aa}	46.87±0.11 ^{Aa}
Gün	a^* Değeri Üretim^{1,2,3}						
0	14.60±0.78 ^{ABCb}	10.65±0.25 ^{De}	10.96±0.36 ^{Db}	14.01±0.47 ^{Bcb}	14.98±0.10 ^{ABb}	16.22±0.15 ^{Ab}	13.01±0.51 ^{Cc}
3	17.60±0.83 ^{DEa}	20.80±0.25 ^{Aa}	19.36±0.19 ^{ABCa}	16.38±0.19 ^{Ea}	17.78±0.39 ^{CDEa}	18.54±0.21 ^{BCDa}	19.46±0.04 ^{ABa}
4	15.50±0.38 ^{CDb}	17.83±0.68 ^{ABb}	18.50±0.67 ^{Aa}	14.13±1.65 ^{Db}	15.79±0.4 ^{Cb}	16.21±0.10 ^{BCb}	16.37±0.08 ^{BCb}
Ay	a^* Değeri Depolama^{1,2,3}						
0	15.50±0.38 ^{CDa}	17.83±0.68 ^{ABa}	18.50±0.67 ^{Aa}	14.13±1.65 ^{Dab}	15.79±0.4 ^{CDa}	16.21±0.10 ^{BCa}	16.37±0.08 ^{BCa}
1	13.56±0.68 ^{BCbe}	16.28±0.41 ^{Aab}	15.26±0.11 ^{Aab}	13.16±0.18 ^{Cbc}	13.63±0.57 ^{BCb}	14.59±0.73 ^{ABCab}	13.94±0.03 ^{BCb}
2	14.93±0.91 ^{BCab}	17.39±0.60 ^{Aab}	16.45±0.68 ^{Aab}	15.75±0.61 ^{ABCa}	15.02±0.59 ^{BCab}	14.29±1.03 ^{Cb}	17.43±0.32 ^{Aa}
3	12.94±0.44 ^{BCc}	15.66±0.39 ^{Ab}	15.18±0.13 ^{Ab}	12.19±0.35 ^{Cc}	14.55±0.94 ^{ABab}	13.88±0.40 ^{ABCb}	14.10±0.04 ^{Ab}
Gün	b^* Değeri Üretim^{1,2,3}						
0	28.33±0.02 ^{Aa}	24.93±0.82 ^{BCa}	22.36±0.65 ^{DEa}	20.33±1.98 ^{Eb}	25.51±1.12 ^{Ba}	22.76±0.14 ^{CDa}	23.62±0.48 ^{BCDa}
3	19.65±0.49 ^{Bb}	22.57±0.06 ^{Ab}	23.41±0.41 ^{Aa}	21.33±0.20 ^{ABa}	22.84±0.89 ^{Ab}	21.10±0.78 ^{ABa}	22.72±1.44 ^{Ab}
4	19.03±0.20 ^{Ab}	18.98±0.36 ^{Ac}	21.10±0.57 ^{Ab}	19.06±1.52 ^{Ac}	21.10±0.19 ^{Ac}	19.05±0.20 ^{Ab}	19.93±0.85 ^{Ac}
Ay	b^* Değeri Depolama^{1,2,3}						
0	19.03±0.20 ^{Aa}	18.98±0.36 ^{Aa}	21.10±0.57 ^{Aa}	19.06±1.52 ^{Aab}	21.10±0.19 ^{Aa}	19.05±0.20 ^{Aa}	19.93±0.85 ^{Aa}
1	19.52±0.59 ^{Aa}	18.97±1.14 ^{Aa}	17.78±0.28 ^{ABb}	17.90±0.09 ^{ABb}	16.06±0.74 ^{Bc}	17.13±0.43 ^{ABab}	17.66±0.04 ^{ABab}
2	19.12±0.79 ^{Ba}	18.18±0.72 ^{BCa}	17.69±2.37 ^{BCb}	21.43±0.13 ^{Aa}	17.58±0.63 ^{BCbc}	16.26±0.78 ^{Cb}	18.40±0.76 ^{BCab}
3	18.37±2.15 ^{ABb}	16.46±0.75 ^{Bb}	17.08±0.69 ^{ABb}	17.13±0.72 ^{ABb}	19.35±0.68 ^{ABb}	16.69±0.13 ^{Bab}	16.44±0.33 ^{Bb}

^a K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

¹ Sonuçlar iki tekrarlı ortalaması ± standart sapması olarak verilmiştir.

² Her bir sütunda (a,b,c,...,i) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

³ Her bir satırda (A,B,C,...,→) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

önemsiz ($p>0.01$) düzeyde olmuştur. Nitrat/nitrit kaynağı içermeyen K örneklerin L^* değeri, 53.21'den 46.63'e düşmüştür. Sucuk hamurunda L^* değeri 44.74-53.21, fermentasyon uygulaması sonrasında 47.51-50.78 ve ısıtma işlem uygulaması sonrasında ise 46.60-48.71 aralığında belirlenmiştir.

Hwang vd. (2018), fermente kereviz ekstraktı içeren pişmiş sosislerin, kürlenme ajanı içermeyen ve 150 ppm kimyasal nitrit içeren sosislerle benzer L^* değeri gösterdiğini bildirmiştir. Gipe (2012), kereviz suyu tozu içeren jambonlarda L^* değerinin ısıtma işlem uygulaması ile arttığı belirlemiştir. Armutcu vd. (2020), ısıtma işlem görmüş sucuk örneklerinde L^* değerini, sucuk hamurunda 39.97, fermentasyon uygulaması sonrasında 44.23 ve ısıtma işlem uygulaması sonrasında ise 47.56 olarak belirlemiştir. Bu çalışmada ısıtma işlem görmüş sucuk üretim aşamalarında, K grubunda L^* değeri düşerken, diğer uygulama gruplarında L^* değeri sabit kalmıştır. Söz konusu çalışmada L^* değeri üretim aşamalarında artış gösterse de son üründe elde edilen L^* değerleri bu çalışmada elde edilen L^* değerlerine yaklaşmıştır. Bu duruma başlangıç L^* değerinin bu çalışmaya göre daha düşük olması neden olmuştur.

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen ısıtma işlem görmüş sucukların depolama süresi boyunca belirlenen L^* değerleri, çizelge 4.17'de verilmiştir. Depolama süresinin ve örnek alma periyotlarının tamamında farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanımının L^* değeri üzerine etkisinin önemli ($p>0.01$) olmadığı belirlenmiştir. Depolama başlangıcında 46.51-48.71 aralığında belirlenen L^* değerleri, depolamanın 1. ayında 47.34-48.99, 2. ayında 46.40-49.57 ve depolama sonunda 46.14-49.37 aralığında belirlenmiştir. Bu çalışmaya benzer şekilde Gipe (2012), kereviz suyu tozu kullanılan jambonlarda depolama boyunca L^* değerinde önemli bir değişimin gözlenmediğini bildirmiştir.

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen ısıtma işlem görmüş sucukların üretim süresi boyunca belirlenen a^* değerleri, çizelge 4.17'de verilmiştir. Isıtma işlem görmüş sucuk örneklerinde sucuk hamurunda a^* değerinin 10.65-16.22, fermentasyon sonrasında 16.38-20.80 ve ısıtma işlem sonrası ise 14.13-18.50 aralığında değiştiği belirlenmiştir. Üretim sırasında a^* değerindeki değişime uygulama ve sürenin

birlikte etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Uygulama gruplarının tamamında sucuk hamuru ve fermantasyon sürecinde (0-3 gün) a^* değeri artış göstermiştir ($p<0.01$). Isıl işlem uygulaması sonrası KN2 grubunda meydana gelen değişim önemsiz ($p>0.01$), diğer uygulama gruplarında meydana gelen düşüş önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Sucuk hamuru ve ısıtma işlemi sonrası (0-4 gün) KN1 ve KSK2 gruplarında meydana gelen değişim önemli ($p<0.01$), diğer gruplarda meydana gelen değişim önemsiz ($p>0.01$) bulunmuştur. Son üründe a^* değeri bitkisel nitrat kaynağı içeren gruplarda, kimyasal nitrit içeren gruplara göre düşük, nitrat/nitrit içermeyen K grubunda göre ise daha yüksek belirlenmiştir. Armutcu vd. (2020), ısıtma işlemi görmüş sucuk örneklerinde a^* değerini, sucuk hamurunda 8.96, fermantasyon uygulaması sonrasında 14.00 ve ısıtma işlemi uygulaması sonunda ise 15.62 olarak belirlemiştir. Fermantasyon aşamasında bu çalışmayla uygun şekilde a^* değerleri artış göstermiştir. Ancak ısıtma işlemi uygulaması sonrasında söz konusu çalışmada a^* değerinde önemsiz bir artış ortaya çıkmasına rağmen bu çalışmada a^* değerinde önemli düşüşler gözlenmiştir. Hwang vd. (2018) pişmiş sosislerde fermente kereviz ekstraktı içeren sosislerin, kürlenme ajanı içermeyen sosislerden daha yüksek, 150 ppm kimyasal nitrit içeren sosislerden ise daha düşük a^* değerine sahip olduğunu bildirmiştir. Isıl işlemin etkisiyle nitrozomiyoglobinin globulin kısmı denatüre olarak nitrozohemokrom'a dönüşmektedir (Gökalp vd. 1999, Öztan 1999). Nitrozohemokrom ise sucuğa koyu pembe-kırmızı parlak bir renk kazandırmaktadır (Gökalp vd. 1999). Ancak, bu tipik kürlenmiş et ürünü rengi, sıcaklık değerlerine bağlı olarak değişebilmektedir. Bununla birlikte, pişirme işleminin hem pigmentinin yıkımına neden olduğu da ifade edilmektedir (Karabudak 2003). Dolayısıyla bu durum, yüksek sıcaklık uygulanan örneklerde renk değerlerinin düşmesinin nedenini açıklamaktadır.

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen ısıtma işlemi görmüş sucukların depolama süresi boyunca belirlenen a^* değerleri çizelge 4.17'de verilmiştir. Depolama başlangıcında a^* değeri 14.13-18.50, 1. ayda 13.16-16.28, 2. ayda 14.29-17.39 ve depolama sonunda 12.19-15.66 aralığında belirlenmiştir. Depolama süresi boyunca örnek alma periyotlarının tamamında farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanımı a^* değeri üzerine etkili ($p<0.01$) olmuştur. Uygulama gruplarının tamamında depolama sonunda a^* değerinde düşüş gözlenmiştir. Depolama sonunda a^* değeri

bitkisel nitrat kaynağı içeren gruplarda, kimyasal nitrit içeren gruplara göre düşük, nitrat/nitrit içermeyen K grubunda göre ise daha yüksek olarak belirlenmiştir.

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim boyunca belirlenen b^* değerleri çizelge 4.17’de verilmiştir. Sucuk hamurunda (0. gün) b^* değeri 20.33-28.33, fermantasyon uygulaması sonrasında 19.65-23.41 ve ısıl işlem uygulaması sonrasında ise 18.98-21.10 aralığında belirlenmiştir. Varyans analizi sonucu, b^* değerindeki değişime uygulama ve sürenin birlikte etkisinin önemli ($p<0.01$) olduğunu göstermiştir. Üretim boyunca sucuk örneklerinin tamamında b^* değerinde düşüş gözlenmiştir. Bu düşüş K, KN1, HSK2, KSK1 ve KSK2 sucuklarında önemli ($p<0.01$) olmuştur. Son üründe bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örnekleriyle kimyasal nitrit içeren sucuk örneklerinin benzerlik göstermesi, b^* değeri bakımından kereviz ve siyah havuç suyu konsantrelerinin iyi bir alternatif olarak ısıl işlem görmüş sucuklarda kullanılabileceğini göstermektedir. Armutcu vd. (2020), ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinde b^* değerini, sucuk hamurunda 18.70, fermantasyon uygulaması sonrasında 12.60 ve ısıl işlem uygulaması sonrasında ise 12.23 olarak belirlemiştir. Bu çalışmada söz konusu çalışmayla benzer şekilde b^* değerinde düşüş gözlenirse de b^* değerleri daha yüksek seviyede kalmıştır. Bu durum muhtemelen kullanılan bileşenlerin farklılığından ve kullanım oranlarında kaynaklanmaktadır.

Hwang vd. (2018), ısıl işlem görmüş domuz sosislerinde, fermente kereviz ekstraktı kullanılanların, kürlleme ajanı içermeyen ve 150 ppm kimyasal nitrit içeren sosislerden daha yüksek b^* değeri gösterdiğini belirlemiştir. Genel olarak bu tip ürünlerde depolama sırasında a^* değeri düşerken b^* değerinin artması nitrosil hemokrom (kürlenmiş etlerde pembe renk veren pigment) pigment miktarının azalmasına bağlanmaktadır (Jin vd. 2014, Saputro vd. 2016). Dalmış (2007) ve Ercoşkun (2006), sucuklarda yaptıkları çalışmalarda ısıl işlem uygulamasının b^* değerini artırdığını bildirirken, Ensoy (2006) ve Gök (2006), üretim süreçlerinde b^* değerinin düştüğünü bildirmişlerdir. b^* değerinde görülen bu azalmaya, miyoglobinin yapısal değişime uğraması ve oksimiyoglobin miktarının azalmasının neden olabileceği bildirilmiştir (Chasco vd. 1996).

Depolama başlangıcında en düşük b^* değeri 19.03 ile K grubunda, en yüksek b^* değeri 21.10 ile KN2 ve HSK2 gruplarında belirlenmiştir. Varyans analizi sonucu, depolama aşamasında b^* değerindeki değişime uygulama ve sürenin birlikte etkisinin önemli ($p<0.01$) olduğunu göstermiştir. Uygulamanın etkisi, depolama başlangıcında etkili olmazken ($p>0.01$), 1., 2. ve 3. aylarda etkili ($p<0.01$) olmuştur. Depolamanın 1. ayında b^* değeri 16.06-19.52, 60. günde 16.26-21.43 ve depolama sonunda ise 16.44-19.35 arasında değişen oranlarda belirlenmiştir. KN2 ve KSK2 gruplarında depolama sonunda b^* değeri düşerken, HSK1, HSK2 ve KSK2 gruplarında ara basamaklarda artış ve azalışlar gözlenirse de b^* değeri başlangıç seviyesine ulaşmıştır. Depolama sonunda kimyasal nitrit içeren KN1 grubuna göre HSK1, KSK1 ve KSK2 gruplarında benzer, HSK2 grubu ise daha yüksek b^* değeri belirlenmiştir. K ve KN2 gruplarında, alternatif nitrat/nitrit kaynağı içeren sucukların tamamıyla benzer b^* değeri belirlenmiştir.

4.2.4 Kür pigmenti ve toplam pigment miktarı

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim boyunca belirlenen kür pigmenti miktarları çizelge 4.18’de verilmiştir. Yapılan varyans analizi kür pigmenti miktarına uygulama ve süre interaksiyonunun önemli ($p<0.01$) olduğunu göstermiştir. Uygulamanın etkisi 0. gün önemli olmazken ($p<0.01$), üretimin 3. ve 4. günlerinde önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. En fazla kür rengi fermantasyondan (3.gün) ve ısıl işlemde (4.gün) sonra KN2 örneklerde (sırasıyla 111.84 ve 114.45 ppm), en düşük, nitrat/nitrit kaynağı içermeyen K örneklerde (sırasıyla 52.10 ve 54.42 ppm) belirlenmiştir. Isıl işlem görmüş sucuk örneklerinde kür pigmenti miktarının, sucuk hamurunda 50.79-62.55 ppm, fermantasyon sonrasında 52.10-111.84 ve ısıl işlem sonrası (4. gün) 54.42-114.45 ppm oranında değiştiği belirlenmiştir. KN1 ve KSK2 gruplarında hem fermantasyon hem de ısıl işlem uygulamasının kür pigmenti miktarında meydana gelen değişim üzerine etkisinin önemli ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir ve kür pigmenti miktarında artış gözlenmiştir. Son üründe kimyasal nitrit içeren KN1 ve KN2 gruplarının, bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren gruplardan daha yüksek miktarda kür pigmenti içerdikleri belirlenmiştir. Nitrat/nitrit içermeyen K grubuyla KSK1 grubunun benzer düzeyde kür pigmenti içerdiği, diğer alternatif

Çizelge 4.18 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıtım işlem görmüş sucuklarda üretim ve depolama sırasında belirlenen ortalama kür pigmenti ve toplam pigment miktarları (ppm)

Süre	K*	KN1*	KN2*	HSK1*	HSK2*	KSK1*	KSK2*
Gün	Kür Pigmenti Miktarı Üretim ^{1,2,3}						
0	50.79±2.87 ^{Aa}	61.61±1.53 ^{Ac}	62.55±7.99 ^{Ab}	62.51±4.55 ^{Ab}	60.94±5.33 ^{Ab}	57.46±2.46 ^{Aa}	61.25±3.90 ^{Ac}
3	52.10±2.67 ^{Ea}	96.03±3.28 ^{Bb}	111.84±4.72 ^{Aa}	77.47±4.92 ^{CDa}	94.44±4.72 ^{Ba}	66.74±2.05 ^{Da}	82.26±4.72 ^{BCb}
4	54.42±7.59 ^{Da}	111.55±8.41 ^{Aa}	114.45±4.72 ^{Aa}	79.94±1.44 ^{Ca}	99.37±3.49 ^{Ba}	66.89±7.18 ^{CDa}	98.06±6.77 ^{Ba}
Ay	Kür Pigmenti Miktarı Depolama ^{1,2,3}						
0	54.42±7.59 ^{Ca}	111.55±8.41 ^{Aa}	114.45±4.72 ^{Ab}	79.94±1.44 ^{BCa}	99.37±3.49 ^{ABa}	66.89±7.18 ^{BCb}	98.06±6.77 ^{ABb}
1	51.66±2.87 ^{Ca}	128.66±14.15 ^{Aa}	144.61±9.63 ^{Aab}	78.78±5.54 ^{Ba}	116.62±8.61 ^{Aa}	116.33±1.64 ^{Aa}	134.89±5.74 ^{Aa}
2	52.24±4.92 ^{Da}	131.99±12.3 ^{ABa}	143.74±5.54 ^{Aa}	87.91±3.28 ^{Ca}	125.61±2.05 ^{ABa}	104.59±11.28 ^{BCa}	124.60±6.77 ^{ABab}
3	49.05±5.33 ^{Ca}	119.23±5.74 ^{Aa}	132.57±9.02 ^{Aab}	76.02±6.97 ^{Ba}	121.99±10.87 ^{Aa}	108.79±6.56 ^{Aa}	109.08±19.69 ^{Aab}
Gün	Toplam Pigment Miktarı Üretim ^{1,2}						
0	142.17±4.41 ^{Ab}	143.38±5.98 ^{Ab}	141.38±6.36 ^{Ab}	142.23±7.57 ^{Ab}	147.81±3.66 ^{Ab}	150.41±7.57 ^{Aa}	145.01±7.23 ^{Ab}
3	147.36±3.95 ^{Ab}	148.75±4.39 ^{Ab}	150.76±1.44 ^{Ab}	149.94±7.76 ^{Aab}	154.81±3.99 ^{Aab}	151.63±4.14 ^{Aa}	146.22±2.35 ^{Ab}
4	172.36±3.11 ^{Aa}	168.30±3.59 ^{Aa}	171.51±5.52 ^{Aa}	164.06±11.69 ^{Aa}	172.04±7.86 ^{Aa}	168.51±10.93 ^{Aa}	169.59±14.16 ^{Aa}
Ay	Toplam Pigment Miktarı Depolama ^{1,2}						
0	172.36±3.11 ^{Aa}	168.30±3.59 ^{Aa}	171.51±5.52 ^{Aa}	164.06±11.69 ^{Aa}	172.04±7.86 ^{Aa}	168.51±10.93 ^{Aa}	169.59±14.16 ^{Aa}
1	155.62±6.36 ^{Aab}	160.96±5.09 ^{Aa}	165.84±4.99 ^{Aab}	162.54±10.72 ^{Aa}	158.01±10.87 ^{ab}	160.42±0.66 ^{Aa}	164.95±1.71 ^{Aa}
2	158.07±10.73 ^{Aab}	153.54±3.08 ^{Aa}	152.82±4.61 ^{Aab}	157.42±3.71 ^{Aa}	157.65±6.29 ^{Aab}	160.63±5.30 ^{Aa}	158.55±1.79 ^{Aa}
3	149.29±3.40 ^{Ab}	154.85±6.27 ^{Aa}	148.19±6.94 ^{Ab}	155.94±5.06 ^{Aa}	147.20±3.28 ^{Ab}	148.99±3.89 ^{Aa}	153.89±4.91 ^{Aa}

* K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

¹ Sonuçlar iki tekrarı ortalaması ± standart sapması olarak verilmiştir.

² Her bir sütunda (a,b,c,...) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

³ Her bir satırda (A,B,C,...) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

nitrat/nitrit kaynağı içeren HSK1, HSK2 ve KSK2 gruplarının K grubundan daha fazla kürlenmiş et pigmenti içerdikleri belirlenmiştir.

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen ısıl işlem görmüş sucukların depolama boyunca belirlenen kür pigmenti miktarı çizelge 4.18’de verilmiştir. Depolama başlangıcında kür pigmenti miktarının; 54.42-114.5 ppm, 1. ay 51.66-144.61 ppm, 2.ay 52.24-143.74 ppm, 3.ay sonunda ise 49.05-132.57 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir. Varyans analizi sonucu depolama sırasında kür rengi üzerine uygulama ve sürenin birlikte etkisinin önemini ($p<0.01$) göstermiştir. Sürenin etkisi K, KN1, HSK1 ve HSK2 sucuklarında önemli olmazken ($p>0.01$), diğer gruplarda artış ve azalış göstermiştir. Depolama sonunda KN1, KN2, HSK2, KSK1 ve KSK2 sucuklarında benzer kür pigmenti değerleri ($p>0.01$), düşük siyah havuç konsantresi dışında diğer bitkisel kaynakların kimyasal nitrit yerine kullanılabileceğini göstermiştir. KSK1 grubunda depolama başlangıcına göre, depolama süresi sonunda kür pigmentinin artması ortamda kürlenme işleminin gerçekleşmesi için yeteri kadar nitrit kaynağının olduğunu ve nitrat indirgeyen bakterilerin faaliyetlerine devam ettiklerini göstermektedir. HSK1 grubunda ise depolama başlangıcından depolama süresi sonuna kadar kür pigmenti miktarının sabit ve diğer uygulama gruplarına göre düşük kalması, ortamda kürlenme işlemi için yeteri kadar nitrit bulunmadığını göstermektedir.

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim süresince belirlenen toplam pigment miktarları, çizelge 4.18’de verilmiştir. Sucuk hamurunda toplam pigment miktarı 141.38-150.41 ppm, fermantasyon sonunda 146.22-154.81 ppm ve ısıl işlem sonrası son üründe 164.06-172.36 ppm aralığında olduğu belirlenmiştir. Varyans analizi sonucu, üretim sırasında toplam pigment miktarındaki değişime uygulamanın ve sürenin etkisinin önemli ($p<0.01$) olduğunu göstermiştir. Ancak, uygulamanın etkisi her bir analiz döneminde gruplar arasında önemli düzeyde ($p>0.01$) olmamıştır. KSK1 grubunda sucuk hamuru, fermantasyon ve ısıl işlem uygulamaları sonrasında toplam pigment miktarında meydana gelen değişimin önemsiz ($p>0.01$) bulunmuştur. K, KN1, KN2 ve KSK2 gruplarında sucuk hamuru ve fermantasyon sonuna kadar meydana gelen değişim önemsizken ($p>0.01$), ısıl işlem uygulaması sonucunda meydana gelen değişimin önemli ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir.

HSK1 ve HSK2 gruplarında sucuk hamuru ile fermentasyon sonu arasında ve fermentasyon sonu ile ısıtılma işlem sonu arasında toplam pigment miktarında meydana gelen değişim önemsizken ($p>0.01$), sucuk hamuru ile son ürün arasında meydana gelen değişim önemlidir ($p<0.01$). KSK1 grubu dışında kalan uygulama gruplarının tamamında üretim süresi sonunda toplam pigment miktarında artış gözlenmiştir. Üretim sırasında örnek alma aşamalarının tamamında farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilen HSK1, HSK2, KSK1 ve KSK2 grupları, kimyasal nitrit ilave edilen KN1 ve KN2 grupları ile kimyasal nitrit ve alternatif nitrat/nitrit kaynağı ilave edilmeyen K grupları arasında toplam pigment miktarı bakımından fark belirlenmemiştir.

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen ısıtılma işlem görmüş sucukların depolama boyunca belirlenen toplam pigment miktarları, çizelge 4.18'de verilmiştir. Toplam pigment miktarına uygulama ve sürenin birlikte etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Uygulamanın etkisi her bir depolama süresinde önemli düzeyde ($p>0.01$) olmamıştır. Depolama başlangıcında toplam pigment miktarının 164.06-172.36 ppm, 1. ayda 155.62-165.84 ppm, 2. ayda 152.82-160.63 ppm ve depolama sonunda ise 147.20-155.94 ppm aralığında değiştiği belirlenmiştir. KN1, HSK1, KSK1 ve KSK2 gruplarında toplam et pigmenti miktarında meydana gelen düşüşlerin önemsiz ($p>0.01$) olduğu belirlenmiştir. K, KN2 ve HSK2 gruplarında toplam pigment miktarında depolama başlangıcı (0. gün) ve depolama sonunda (3. ay) meydana gelen düşüşün önemli ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir. Depolama süresi sonunda farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilen HSK1, HSK2, KSK1 ve KSK2 grupları, kimyasal nitrit ilave edilen KN1 ve KN2 grupları ile kimyasal nitrit ve bitkisel nitrat/nitrit kaynağı ilave edilmeyen K grupları arasında toplam pigment miktarı bakımından fark belirlenmemiştir.

Isıl işlem uygulaması sonucunda miyoglobinin ve nitrozomiyoglobinin bir kısmının denatüre olması sonucunda toplam pigment miktarında genel olarak düşüş olduğu bildirilmektedir (Wardlaw vd. 1973, Acton ve Keller 1974, Zaika vd. 1976, Acton ve Dick 1977). Terns vd. (2011), farklı düzeylerde pişmiş sosislerde hem kimyasal nitrit kullanılan örneklerin hem de farklı düzeyde kiraz tozu ilave edilen sosislerin depolama süresi sonunda (84 gün) toplam pigment miktarının değişmediğini, buna karşın sosislerin tamamında depolama süresi sonunda kürlenmiş pigment miktarının azaldığını

belirlemiştir. Sindelar vd. (2007a) kürlenmemiş emülsifiye pişmiş sosislerde depolama süresi boyunca (90 gün) toplam pigment miktarının düşüş gösterdiğini, farklı düzeyde kereviz suyu tozu (%0.2-0.4) kullanılan ve farklı sürelerde (30 ve 120 dakika) ön fermentasyon uygulanan sosislerde depolama süresince bazı örneklerde kür pigmenti miktarının arttığını, bazılarında aynı kaldığını, kimyasal nitrit kullanılan (156 ppm) sosislerde ise başlangıca göre değişim olmadığını belirlemiştir. Isıl işlem görmüş sucuklarda depolama süresi boyunca kürleme işleminin devam etmesi depolama süresi sonuna kadar ürünün arzu edilir renginin korunmasını sağlamaya yardımcı olmuştur.

4.2.5 Tiyobarbiturik asit (TBA) değeri

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim süresince belirlenen TBA değerleri çizelge 4.19'da verilmiştir. Isıl işlem görmüş üretiminde, sucuk hamurunda TBA değerinin 0.19-0.30 mg MA/kg, 3 günlük fermentasyondan sonra sonra 0.26-0.47 mg MA/kg ve ısıl işlem uygulaması sonrasında ise 0.56-0.78 mg MA/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucu, üretim sırasında TBA değerindeki değişime uygulama ve sürenin birlikte etkisinin önemli ($p<0.01$) olduğunu göstermiştir. Uygulamanın etkisi üretimin başında önemli bulunmazken ($p>0.01$), 3. günde KN2 ve KSK1 sucuklarının TBA değerleri diğer sucuklardan önemli düzeyde düşük ($p<0.01$), 4. günde ise (ısıl işlem sonrası) K grubu sucuklar, nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuklardan önemli düzeyde yüksek ($p<0.01$) TBA içermişlerdir. Sürenin etkisi her bir üretim sürecinde önemli olmuş ($p<0.01$) ve en yüksek TBA değerleri ısıl işlem sonrasında belirlenmiştir. Son üründe bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren HSK1, HSK2, KSK1 ve KSK2 grupları, kimyasal nitrit içeren KN1 ve KN2 grupları ve kimyasal nitrit ve alternatif nitrat/nitrit kaynağı içermeyen K grubu arasında fark belirlenememiştir. Bu çalışmada ısıl işlem görmüş sucuk üretiminde hem fermentasyon hem de ısıl işlem uygulamasının TBA değerini artırdığı belirlenirken, Armutcu vd. (2020), hem fermentasyon hem de ısıl işlem uygulamalarının TBA değeri üzerine etkisinin önemli olmadığını belirlemiştir. Söz konusu araştırmacılar TBA değerini sucuk hamurunda 0.71, fermentasyon uygulaması sonrasında 0.71 ve ısıl işlem uygulaması sonrasında ise 0.74 mg MA/kg olarak belirlemiştir ki, söz konusu çalışmada belirlenen TBA değerleri bu çalışmada elde edilen TBA değerlerinden daha yüksektir.

Çizelge 4.19 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıtım görmüş sucuklarda üretim sırasında belirlenen ortalama TBA değerleri (mg MA/kg)

Süre	Deneme Grubu *				
	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2
Gün	TBA Değeri Üretim ^{1, 2, 3}				
0	0.25±0.04 ^{Ac}	0.28±0.01 ^{Ac}	0.19±0.03 ^{Ab}	0.27±0.01 ^{Ac}	0.30±0.05 ^{Ac}
3	0.47±0.02 ^{Ab}	0.42±0.03 ^{Ab}	0.26±0.02 ^{Bb}	0.46±0.10 ^{Ab}	0.45±0.05 ^{Ab}
4	0.78±0.02 ^{Ba}	0.64±0.04 ^{Aa}	0.56±0.06 ^{Aa}	0.67±0.03 ^{Aa}	0.60±0.04 ^{Aa}
Ay	TBA Değeri Depolama ^{1, 4}				
0	0.78±0.02 ^{Ba}	0.64±0.04 ^{Aa}	0.56±0.06 ^{Aa}	0.67±0.03 ^{Aa}	0.60±0.04 ^{Aa}
1	0.83±0.04 ^{Ba}	0.67±0.02 ^{ABa}	0.57±0.06 ^{Ba}	0.59±0.22 ^{Ba}	0.68±0.05 ^{ABa}
2	0.69±0.01 ^{Aa}	0.65±0.04 ^{ABa}	0.53±0.09 ^{Ca}	0.60±0.04 ^{Ba}	0.56±0.02 ^{BCa}
3	0.81±0.17 ^{Aa}	0.70±0.13 ^{Ba}	0.65±0.11 ^{Ba}	0.65±0.01 ^{Ba}	0.72±0.06 ^{Ba}

* K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

¹ Sonuçlar iki tekrür ortalaması ± standart sapması olarak verilmiştir.

² Her bir sütunda (a,b,c,...,j) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

³ Her bir satırda (A,B,C,...,→) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

⁴ Her bir satırda (A,B,C,...,→) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05).

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen ısıl işlem görmüş sucukların depolama süresi boyunca belirlenen TBA değerleri çizelge 4.19’da verilmiştir. TBA değerinin, depolama süresi başlangıcında 0.56 mg-0.70 mg MA/kg, 30. günde 0.57-0.83 mg MA/kg, 60. günde 0.53-0.72 mg MA/kg ve depolama süresi sonunda 0.65-0.81 mg MA/kg aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Depolama başlangıcında, 60. günde ve depolama süresi sonunda TBA değeri bakımından uygulama grupları arasında meydana gelen farklılıkların önemli olmadığı belirlenmiştir. Sadece depolamanın 30. gününde farklı düzeyde ve farklı kaynaktan nitrat/nitrit kullanımının TBA değeri üzerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Genel olarak ısıl işlem uygulaması TBA değerinde artışa neden olmaktadır. Bu durumun ısıl işlemin, kas hücre yapısını bozarak antioksidan enzimleri ve diğer antioksidan bileşenleri inaktive etmesi (Min vd. 2008), etlerde lipit oksidasyonu ve uçucu bileşiklerin oluşumunu hızlandırması (Beltran vd. 2003) gibi etkilerinden kaynaklandığı bildirilmektedir. Hwang vd. (2018), fermente kereviz ekstraktı kullanılan ısıl işlem görmüş domuz sosislerinde (0.36 mg MA/kg) TBA değerinin kürlleme ajanı kullanılmayan sosislerle (0.39 mg MA/kg) aynı, kimyasal nitrit içeren sosislerden (0.06 mg MA/kg) ise daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Jin vd. (2018) emülsifiye pişmiş sosislerde son üründe kereviz tozu (%0.8) içerenlerin TBA değerini 0.08 mg MA/kg, kimyasal nitrit içeren sosislerin TBA değerini ise 0.35 mg MA/kg olarak belirlemiştir. Söz konusu sosisler 4 hafta depolandıklarında ise TBA değerleri sırasıyla 0.26 ve 0.29 mg MA/kg olarak belirlenmiş olup, depolama süresi sonunda kereviz tozu içeren sosislerde TBA değeri yükselirken, kimyasal nitrit içeren sosislerde düşmüştür. Kereviz tozu içeren sosislerin son üründe kimyasal nitrit içeren sosislere göre daha düşük TBA değerine sahip olmasının kerevizin içerdiği fenolik ve flavonoid bileşiklerin, betalainlerin serbest radikal oluşumunu inhibe edebileceği ve bu şekilde antioksidan aktivite gösterebileceği düşünülmektedir (Saldamlı 2007, Georgiev vd. 2010). Ekici vd. (2015), sucuklara kara havuç konsantresi ilavesinin toplam fenolik madde miktarını önemli oranda artırdığını bildirmiştir. Benzer duruma bu çalışmada da rastlanmıştır. Isıl işlem görmüş sucuklarda son üründe bitkisel nitrit/nitrat kaynağı içeren sucuklar benzer ya da daha düşük TBA değeri gösterirken, depolama süresi sonunda daha yüksek TBA değeri göstermişlerdir.

4.2.6 Kalıntı nitrat miktarı

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen ısıt işlem görmüş sucukların üretim süresi boyunca belirlenen nitrat miktarları çizelge 4.20’de verilmiştir. Isıt işlem görmüş sucuk örneklerinde, sucuk hamurunda 10.04-137.77 mg/kg, fermantasyon sonrası 6.20-92.82 mg/kg ve ısıt işlem uygulaması sonrasında ise 7.81-67.44 mg/kg oranına kalıntı nitrat belirlenmiştir. Varyans analizi sonucu, sucukların üretim aşamalarında kalıntı nitrat miktarlarına uygulama ve sürenin birlikte etkisinin önemli ($p<0.01$) olduğunu göstermiştir. Uygulamanın etkisi incelendiğinde, 0. ve 3. gün en yüksek kalıntı nitrat miktarı HSK2 ve KSK2 sucuklarında belirlenmiş ve diğer gruplarla aralarındaki fark önemli ($p<0.01$) olmuştur. Isıt işlem sonrası ise en yüksek kalıntı nitrat miktarı 67.44 mg/kg ile KSK2 sucuklarında saptanmış ($p<0.01$), bunu HSK1, HSK2 ve KSK1 sucukları izlemiştir. Isıt işleminden sonra en düşük kalıntı nitrat miktarlarına K, KN1 ve KN2 sucukları sahip olmuştur. Sürenin etkisi K, KN1 ve KN2 sucuklarında önemli olmazken ($p>0.01$), bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren örneklerde önemli düzeyde ($p<0.01$) azalma şeklinde olmuştur. Isıt işlem görmüş sucuklarda fermantasyon süresinin, geleneksel fermente sucuklara göre daha kısa olması son üründe kalıntı nitrat miktarının daha yüksek olmasına neden olmuştur.

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen ısıt işlem görmüş sucukların depolama süresi boyunca belirlenen kalıntı nitrat miktarları çizelge 20’de verilmiştir. Varyans analizi sonucu, depolama sırasında kalıntı nitrat miktarına uygulama ve sürenin birlikte etkisinin önemli ($p<0.01$) olduğunu göstermiştir. Depolama başlangıcında 7.81-67.44 mg/kg ve depolama süresi sonunda ise 5.25-42.95 mg/kg düzeyinde kalıntı nitrat belirlenmiştir. Uygulamanın etkisi, 0, 1 ve 2. aylarda KSK2 ile diğer gruplar arasında önemli ($p<0.01$), K, KN1, KN2 arasında önemsiz ($p>0.01$) ve HSK1, HSK2 ve KSK1 arasında önemsiz ($p>0.01$) olmuştur.

Çizelge 4.20 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıtım işlem görmüş sucuklarda üretim ve depolama sırasında belirlenen ortalama kalıntı nitrat miktarları (mg/kg)

Süre	Deneme Grubu *						
	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
Gün	Nitrat Miktarı Üretim ^{1, 2, 3}						
0	14.06±2.41 ^{Ca}	14.58±1.80 ^{Ca}	10.04±0.17 ^{Ca}	71.18±4.91 ^{Ba}	132.53±1.52 ^{Aa}	71.20±1.73 ^{Ba}	137.77±14.63 ^{Aa}
3	6.20±1.08 ^{Ca}	13.56±1.72 ^{Ca}	11.973.09 ^{Ca}	46.06±6.13 ^{Bb}	92.82±10.43 ^{Ab}	42.49±1.71 ^{Bb}	76.96±4.25 ^{Ab}
4	13.58±3.54 ^{Ca}	8.36±1.33 ^{Ca}	7.81±0.22 ^{Ca}	39.45±1.08 ^{Bb}	47.59±15.54 ^{Bc}	39.80±6.80 ^{Bb}	67.44±14.52 ^{Ab}
Ay	Nitrat Miktarı Depolama ^{1, 2, 3}						
0	13.58±3.54 ^{Ca}	8.36±1.33 ^{Ca}	7.81±0.22 ^{Ca}	39.45±1.08 ^{Ba}	47.59±15.54 ^{Ba}	39.80±6.80 ^{Ba}	67.44±14.52 ^{Aa}
1	10.87±487 ^{Ca}	10.39±0.57 ^{Ca}	7.10±0.87 ^{Ca}	37.77±0.02 ^{Ba}	42.35±3.15 ^{Ba}	30.29±6.54 ^{Ba}	58.68±5.40 ^{Aa}
2	5.67±0.49 ^{Ca}	11.60±0.66 ^{Ca}	7.15±1.67 ^{Ca}	31.81±5.22 ^{Ba}	42.93±1.62 ^{ABa}	32.70±3.29 ^{Ba}	55.12±1.72 ^{Aab}
3	5.25±0.04 ^{Ba}	7.91±0.85 ^{Ba}	6.99±1.34 ^{Ba}	30.89±4.92 ^{Aa}	36.56±0.14 ^{Aa}	34.39±3.54 ^{Aa}	42.95±1.92 ^{Ab}

* K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

¹ Sonuçlar iki tekerrür ortalaması ± standart sapması olarak verilmiştir.

² Her bir sütunda (a,b,c,...) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

³ Her bir satırda (A,B,C,...) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

Isıl işlem görmüş sucukların 3 ay depolanması, kalıntı nitrat miktarlarında KSK2 dışında önemli bir azalmaya neden olmamıştır ($p>0.01$). Depolama boyunca kalıntı nitrat miktarının KSK2 grubu dışında değişmemesi muhtemelen ısıtma uygulaması sonucunda nitrat indirgeyen mikroorganizmaların aktivitelerini kaybetmelerinden kaynaklanmaktadır. KSK2 örneklerin ilk iki ay ile son ay kalıntı nitrit miktarları arasındaki fark önemli ($p<0.01$) olmuştur. Depolama süresi sonunda kimyasal nitrit içeren KN1 ve KN2 gruplarında ve kimyasal nitrit ve bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içermeyen K grubuna kıyasla, bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örneklerinde daha yüksek düzeyde kalıntı nitrat belirlenmiştir. Bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içermeyen K, KN1 ve KN2 gruplarında ise benzer düzeyde kalıntı nitrat belirlenmiştir.

4.2.7 Kalıntı nitrit miktarı

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen ısıtma işlem görmüş sucukların üretim süresi boyunca belirlenen nitrit miktarları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Varyans analizi, üretim sırasında kalıntı nitrit miktarına uygulama ve sürenin birlikte etkili olduklarını göstermiştir ($p<0.01$).

Isıl işlem görmüş sucuk örneklerinde, sucuk hamurunda 2.30-38.84 mg/kg, 3 gün fermantasyon işlemi sonunda 2.45-25.08 ve ısıtma işlem sonrası ise 2.48-16.02 mg/kg arasında değişen oranlarda kalıntı nitrit belirlenmiştir. K grubunda sucuk hamuru, fermantasyon sonrası ve ısıtma işlem sonrası kalıntı nitrit miktarında meydana gelen değişim önemsiz ($p>0.01$) bulunmuştur. Diğer uygulama gruplarının tamamında 3 gün fermantasyondan sonra kalıntı nitrit miktarı düşmüştür ($p<0.01$). Isıl işlem uygulaması, KN2, KSK1 ve KSK2 gruplarında kalıntı nitrit miktarında düşüşe neden olurken ($p<0.01$), KN1, HSK1 ve HSK2 gruplarında kalıntı nitrit miktarı sayısal olarak düşüş gösterse de bu düşüşün önemsiz olduğu ($p>0.01$) belirlenmiştir. Bu durum muhtemelen bu sucuklarda ısıtma işlem öncesi kalıntı nitrit miktarının diğer gruplardan sayısal olarak daha düşük olmasından kaynaklanabilmektedir.

Çizelge 4.21 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısl işlem görmüş sucuklarda üretim ve depolama sırasında belirlenen ortalama kalıntı nitrit miktarları (mg/kg)

Süre	Deneme Grubu*				
	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2
Gün	Nitrit Miktarı Üretim ^{1, 2, 3}				
0	2.30±0.45 ^{Ea}	19.07±0.85 ^{Da}	38.84±1.93 ^{Aa}	19.21±0.00 ^{Da}	31.30±2.54 ^{Ba}
3	2.45±0.44 ^{Ea}	10.68±1.44 ^{Db}	25.08±0.04 ^{Ab}	13.90±1.24 ^{CDB}	15.15±2.06 ^{Cb}
4	2.48±0.71 ^{Ca}	9.33±1.66 ^{Bb}	16.02±1.39 ^{Ac}	10.71±0.23 ^{Bb}	12.30±1.04 ^{ABb}
Ay	Nitrit Miktarı Depolama ^{1, 2, 3}				
0	2.48±0.71 ^{Ca}	9.33±1.66 ^{Ba}	16.02±1.39 ^{Aa}	10.71±0.23 ^{Bb}	12.30±1.04 ^{Ba}
1	3.30±0.05 ^{Da}	8.34±0.94 ^{Ca}	9.83±0.54 ^{BCb}	14.03±1.05 ^{Aa}	12.45±2.69 ^{ABa}
2	2.83±0.59 ^{Ca}	9.08±0.29 ^{ABa}	10.87±0.94 ^{Ab}	7.33±1.59 ^{Bc}	10.75±0.48 ^{Aa}
3	2.75±0.70 ^{Ca}	4.69±0.39 ^{Cb}	5.11±0.57 ^{BCc}	5.16±1.15 ^{BCc}	10.76±1.80 ^{Aa}

* K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

¹ Sonuçlar iki tekerrür ortalaması ± standart sapması olarak verilmiştir.

² Her bir sütunda (a,b,c,...↓) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

³ Her bir satırda (A,B,C,...→) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

Sucuklarda ve diğ er bazı et ürünlerinde ise ısıl işlem uygulamasının kalıntı nitrit miktarında düşüşe neden olduğu bildirilmiştir (Erc şkun vd. 2010, Gipe 2012). Son üründe daha düşük kimyasal nitrit içeren KN1 grubuyla kıyaslandığında, bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örneklerinin tamamının benzer düzeyde kalıntı nitrit içerdikleri belirlenmiştir. 150 ppm kimyasal nitrit içeren KN2 grubuyla kıyaslandıklarında ise daha yüksek düzeyde sebze suyu konsantresi içeren HSK2 ve KSK2 grupları benzer düzeyde kalıntı nitrit içerirken, daha düşük düzeyde sebze suyu konsantresi içeren HSK1 ve KSK1 grupları daha düşük miktarda kalıntı nitrit içermiştir. Kimyasal nitrit ve bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içermeyen K grubuna göre, bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örneklerinin tamamında daha yüksek oranda kalıntı nitrit belirlenmiştir.

Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı ilave edilerek üretilen ısıl işlem görmüş sucukların depolama süresi boyunca belirlenen nitrit miktarları  izelge 4.21’de verilmiştir. Varyans analizi sonucu, depolama sırasında kalıntı nitrit miktarına uygulama ve sürenin birlikte etkisinin önemli olduğunu göstermiştir ($p<0.01$). Depolama başlangıcında nitrit miktarı 2.48-16.02, depolamanın ilk ayı sonunda 3.30-14.03, 2. ay 2.83-11.08 mg/kg ve depolama sonunda ise 2.75-10.76 mg/kg arasında değişen oranlarda kalıntı nitrit belirlenmiştir. K, HSK2 gruplarında depolama boyunca kalıntı nitrit miktarı önemli düzeyde değişmemiştir ($p>0.01$). Diğer uygulama gruplarının tamamında ise kalıntı nitrit miktarında düşüş gözlenmiştir ($p<0.01$). Depolama sonunda HSK1, KSK1 ve KSK2 grupları, kimyasal nitrit içeren gruplar ve nitrat/nitrit içermeyen kontrol grubuyla benzer kalıntı nitrit miktarına sahipken, HSK2 grubu diğer gruplarının tamamından daha yüksek düzeyde kalıntı nitrit miktarına sahip olmuştur. Sindelar (2006) kalıntı nitrit seviyesinin doğal nitrat kaynağı ile starter kültür içeren ham’larda ve pişmiş sosislerde depolama süresine bağlı olarak azaldığını belirlemiştir. Benzer şekilde Ha vd. (2015) ve Jin vd. (2018)’de alternatif nitrat/nitrit kaynağı kullanılan farklı et ürünlerinde depolama sırasında kalıntı nitrit miktarının azaldığını bildirmişlerdir.

4.2.8 Biyojen amin miktarı

Farklı düzeylerde ve farklı nitrat/nitrit kaynakları ilave edilerek üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim süresi boyunca belirlenen biyojen amin miktarları çizelge 4.22’de verilmiştir. Üretim sırasında feniletilamin, kadaverin, histamin, tiramin, spermidin ve spermin miktarlarına uygulamanın ve sürenin birlikte etkisi önemli ($p<0.01$) olurken, triptamin miktarına sadece süre etkili ($p<0.05$) olmuştur. Üretimin başında en çok spermidin (32.47-45.35 mg/kg), spermin (9.26-15.94 mg/kg) ve histamin (7.47-17.13mg/kg) saptanmıştır. Fermantasyon ve ısıl işlem sonrası tüm sucuk gruplarında tiramin ve histamin miktarları artmıştır. Isıl işlem görmüş sucuklarda putresin miktarı üretim boyunca saptanamamıştır. Sucuk hamurunda tüm gruplarda yüksek düzeyde belirlenen spermidin miktarı, K, KN1 ve HSK1 sucuklarında önemli düzeyde ($p<0.01$) azalmış, ancak ısıl işleminden sonra KSK1 ve KSK2 sucukları hariç diğer gruplarda önemli düzeyde ($p<0.01$) yükselmiştir. Kadaverin, 0. gün sadece KSK2 sucuklarında saptanırken (3.26 mg/kg), fermantasyon ve ısıl işlem sonrası tüm gruplarda belirlenmiştir.

Kurt ve Zorba (2009) ısıl işlem uygulamasının hem de farklı nitrit seviyelerinin putresin miktarı üzerine etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. Ancak Kurt ve Zorba (2010), artan nitrit miktarıyla doğru orantılı olarak putresin miktarının düştüğünü bildirmiştir. Bu çalışmada ise ilave edilen farklı nitrat/nitrit kaynağı ile oluşan putresin miktarı arasında doğrudan bir bağlantı saptanmasa da, depolama süresi sonunda farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılan sucuk örneklerinde, nitrat/nitrit ilave edilmeyen K grubunda göre daha düşük düzeyde putresin belirlenmesi nitrat/nitrit ilavesinin 3 ay depolama süresi sonunda putresin oluşumunu azaltması söz konusu sonucu desteklemektedir.

Farklı düzeylerde ve farklı nitrat/nitrit kaynakları ilave edilerek üretilen ısıl işlem görmüş sucukların depolama süresi boyunca belirlenen biyojen amin miktarları çizelge 4.22’de verilmiştir. Varyans analizi sonucu depolama sırasında triptamin, feniletilamin, kadaverin, putresin, histamin, tiramin, spermidin ve spermin miktarlarına uygulama ve süre interaksiyonunun önemli ($p<0.01$) olduğunu göstermiştir. Isıl işlem görmüş sucuklarda depolama sırasında putresin miktarında artış gözlenmiştir. En yüksek putresin miktarı 3. ay sonunda K örneklerinde (13.48 mg/kg) belirlenmiştir.

Çizelge 4.22 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıtım işlem görmüş sucuklarda üretim ve depolama sırasında belirlenen ortalama biyojen amin miktarları (mg/kg)

Süre	Uygulama Grubu *						
	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
Gün	Triptamin Miktarı Üretim ^{1,4}						
0	6.94±1.03 ^a	6.94±0.34 ^a	0.00 ^b	2.80±3.96 ^a	3.20±4.53 ^a	2.93±4.14 ^a	1.17±1.65 ^b
3	2.06±0.01 ^b	5.07±0.18 ^a	3.60±0.44 ^a	5.41±0.42 ^a	4.16±0.91 ^a	4.05±0.21 ^a	4.52±0.45 ^{ab}
4	5.98±0.28 ^a	5.87±0.47 ^a	5.16±0.64 ^a	5.42±0.45 ^a	4.75±0.30 ^a	4.62±0.101 ^a	6.08±0.13 ^a
Ay	Triptamin Miktarı Depolama ^{1,2,3}						
0	5.98±0.28 ^{Ab}	5.87±0.47 ^{Ab}	5.16±0.64 ^{Aa}	5.42±0.45 ^{Ab}	4.75±0.30 ^{Ab}	4.62±0.10 ^{Ab}	6.08±0.13 ^{Ab}
1	6.04±0.04 ^{Ab}	6.42±0.19 ^{Ab}	5.69±1.22 ^{Aa}	5.68±0.66 ^{Aab}	4.64±0.10 ^{Ab}	6.35±0.71 ^{Aab}	4.88±0.47 ^{Ab}
2	9.35±0.53 ^{Aa}	7.66±1.39 ^{Aab}	6.91±1.27 ^{Aa}	8.13±0.11 ^{Aa}	8.00±0.02 ^{Aa}	8.55±0.46 ^{Aa}	8.55±2.25 ^{Aa}
3	7.09±2.45 ^{ABab}	9.07±0.51 ^{Aa}	6.80±0.55 ^{ABa}	6.90±0.33 ^{ABab}	4.80±0.16 ^{Bb}	8.84±0.24 ^{Aa}	7.62±1.45 ^{Aa}
Gün	Feniletilamin Miktarı Üretim ^{1,2,3}						
0	0.00 ^{Ba}	1.72±0.32 ^{Ab}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Bc}	0.00 ^{Bc}	0.00 ^{Bc}	2.08±0.74 ^{Ab}
3	0.00 ^{Ca}	3.85±0.01 ^{Aa}	2.83±0.83 ^{Ba}	3.74±0.16 ^{A^{Ba}}	3.62±0.57 ^{ABa}	3.17±0.18 ^{ABa}	3.53±0.04 ^{ABa}
4	0.00 ^{Ba}	2.45±0.01 ^{Ab}	2.16±0.19 ^{Aa}	1.98±0.00 ^{Ab}	1.80±0.06 ^{Ab}	1.82±0.41 ^{Ab}	2.21±0.15 ^{Ab}
Ay	Feniletilamin Miktarı Depolama ^{1,2,3}						
0	0.00 ^{Bb}	2.45±0.01 ^{Abc}	2.16±0.19 ^{Abc}	1.98±0.00 ^{ABb}	1.80±0.06 ^{ABb}	1.82±0.41 ^{ABa}	2.21±0.15 ^{Abc}
1	0.00 ^{Ab}	2.00±0.16 ^{Ac}	1.75±0.30 ^{Ac}	1.90±0.21 ^{Ab}	1.61±0.08 ^{Ab}	1.92±0.04 ^{Aa}	1.64±0.06 ^{Ac}
2	3.50±0.50 ^{Ba}	4.13±1.40 ^{ABab}	4.03±0.86 ^{ABab}	5.42±1.90 ^{ABa}	4.99±0.22 ^{ABa}	3.41±0.10 ^{Ba}	5.86±0.45 ^{Aa}
3	3.55±0.48 ^{Ba}	4.64±1.59 ^{Ba}	4.67±0.14 ^{Ba}	6.71±1.06 ^{Aa}	3.17±1.32 ^{Bab}	2.71±0.27 ^{Ba}	3.91±0.16 ^{Bb}
Gün	Kadaverin Miktarı Üretim ^{1,2,3}						
0	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Bc}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Bc}	0.00 ^{Bb}	3.26±0.07 ^{Ab}
3	4.17±0.02 ^{DEa}	12.94±0.59 ^{Ab}	2.01±2.84 ^{Eb}	9.80±0.30 ^{Ba}	8.04±3.21 ^{BCa}	6.30±0.13 ^{CDa}	13.96±0.99 ^{Aa}
4	6.56±0.96 ^{Ca}	15.87±0.92 ^{Aa}	5.32±0.69 ^{Ca}	10.95±0.25 ^{Ba}	4.59±0.02 ^{Cb}	6.37±0.63 ^{Ca}	15.79±0.12 ^{Aa}

Çizelge 4.22 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıtış işlem görmüş sucuklarda üretim ve depolama sırasında belirlenen ortalama biyojen amin miktarları (mg/kg) (devam)

	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
Ay							
				Kadaverin Miktarı Depolama ^{1, 2, 3}			
0	6.56±0.96 ^{Ca}	15.87±0.92 ^{Aa}	5.32±0.69 ^{Cbc}	10.95±0.25 ^{Bb}	4.59±0.02 ^{Ca}	6.37±0.63 ^{Ca}	15.79±0.12 ^{Aa}
1	5.90±0.57 ^{Ba}	14.70±0.50 ^{Aa}	4.25±1.18 ^{Bc}	9.84±0.74 ^{Ab}	4.82±0.18 ^{Ba}	5.80±0.33 ^{Ba}	12.25±0.38 ^{Ab}
2	6.48±0.16 ^{BCa}	12.41±0.42 ^{Ab}	6.74±1.11 ^{BCb}	10.44±1.37 ^{ABb}	4.31±0.65 ^{Ca}	6.10±1.10 ^{BCa}	14.62±0.74 ^{Aa}
3	7.46±1.00 ^{BCa}	10.86±0.54 ^{Bb}	11.59±0.70 ^{Ba}	14.09±2.22 ^{Aa}	4.69±0.02 ^{Ca}	7.12±0.20 ^{BCa}	9.49±0.61 ^{Bc}
				Putresin Miktarı Üretim			
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ay							
				Putresin Miktarı Depolama ^{1, 2, 3}			
0	0.00 ^{Ac}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}
1	0.00 ^{Bc}	4.16±0.43 ^{Aa}	0.00 ^{Bb}	1.91±2.70 ^{ABab}	0.00 ^{Bb}	1.78±2.51 ^{ABab}	4.35±0.81 ^{Aa}
2	6.24±1.46 ^{Ab}	6.08±2.33 ^{Aa}	4.80±0.94 ^{Aa}	5.09±0.12 ^{Aa}	5.40±0.43 ^{Aa}	4.64±0.45 ^{Aa}	7.99±0.67 ^{Aa}
3	13.48±3.53 ^{Aa}	6.92±2.25 ^{Ba}	7.34±0.12 ^{Ba}	4.92±0.16 ^{Ba}	4.61±0.70 ^{Ba}	4.43±0.13 ^{Ba}	7.02±2.14 ^{Ba}
Gün							
				Histamin Miktarı Üretim ^{1, 2, 3}			
0	8.93±0.56 ^{BCb}	8.78±1.11 ^{BCc}	7.47±0.30 ^{Ca}	12.02±0.06 ^{Bc}	7.90±0.11 ^{Cb}	8.26±0.36 ^{Cc}	17.13±0.20 ^{Ab}
3	22.67±0.38 ^{Ca}	15.47±0.36 ^{Db}	6.40±0.10 ^{Ea}	29.13±0.46 ^{Bb}	15.83±2.29 ^{Da}	18.27±0.92 ^{Db}	37.68±2.75 ^{Aa}
4	24.39±1.59 ^{Ca}	20.24±1.00 ^{Da}	6.83±0.02 ^{Fa}	32.84±1.64 ^{Ba}	16.48±0.55 ^{Ea}	23.57±1.61 ^{Ca}	40.19±0.75 ^{Aa}
Ay							
				Histamin Miktarı Depolama ^{1, 2, 3}			
0	24.39±1.59 ^{Ca}	20.24±1.00 ^{Ca}	6.83±0.02 ^{Da}	32.84±1.64 ^{Ba}	16.48±0.55 ^{CDa}	23.57±1.61 ^{Ca}	40.19±0.75 ^{Aa}
1	19.99±0.55 ^{Ca}	20.88±0.49 ^{Ca}	5.69±0.05 ^{Da}	34.00±1.06 ^{Ba}	18.73±0.24 ^{Ca}	22.01±1.96 ^{Ca}	43.37±0.39 ^{Aa}
2	21.94±0.72 ^{Ca}	15.81±2.95 ^{Da}	4.52±0.12 ^{Ea}	27.80±2.19 ^{Ba}	15.46±0.62 ^{Da}	17.45±0.35 ^{Da}	41.25±2.25 ^{Aa}
3	22.70±0.92 ^{Ba}	16.73±2.71 ^{Ca}	4.48±0.33 ^{Ea}	23.31±0.91 ^{Bb}	12.43±0.24 ^{Da}	13.83±0.21 ^{CDa}	33.35±3.09 ^{Aa}

Çizelge 4.22 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıtış işlem görmüş sucuklarda üretim ve depolama sırasında belirlenen ortalama biyojen amin miktarları (mg/kg) (devam)

K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
Tiramin Miktarı Üretim^{1,2,3}						
Gün						
0	20.95±3.91 ^{BCb}	4.97±0.83 ^{Dc}	27.56±1.19 ^{ABb}	12.54±1.07 ^{CDb}	25.44±1.21 ^{ABCb}	34.70±0.55 ^{Ab}
3	77.44±1.43 ^{CDa}	70.27±1.71 ^{DEb}	103.36±0.05 ^{Ba}	61.94±9.32 ^{Ea}	87.57±3.66 ^{Ca}	117.62±9.04 ^{Aa}
4	86.73±3.76 ^{Ca}	107.06±3.81 ^{Ba}	108.76±4.80 ^{ABa}	70.37±0.57 ^{Da}	87.13±6.57 ^{Ca}	121.20±0.85 ^{Aa}
Ay						
Tiramin Miktarı Depolama^{1,2,3}						
0	86.73±3.76 ^{Bab}	107.06±3.81 ^{Ab}	108.76±4.80 ^{Aa}	70.37±0.57 ^{Cb}	87.13±6.57 ^{Ba}	121.20±0.85 ^{Aa}
1	73.26±3.99 ^{Db}	115.41±3.25 ^{Ab}	109.45±1.84 ^{ABa}	89.39±0.18 ^{Ca}	94.04±7.27 ^{Ca}	121.06±4.01 ^{Aa}
2	88.27±0.92 ^{CDa}	129.81±2.95 ^{Aa}	105.19±2.85 ^{Ba}	89.06±1.73 ^{CDa}	85.95±0.65 ^{Da}	126.18±6.44 ^{Aa}
3	98.24±9.93 ^{Ca}	136.93±2.91 ^{Aa}	100.88±0.52 ^{Ca}	98.38±7.09 ^{Ca}	87.00±2.99 ^{Ca}	121.75±10.41 ^{Ba}
Gün						
Spermidin Miktarı Üretim^{1,2,3}						
0	37.52±3.16 ^{ABa}	32.47±0.45 ^{Bb}	45.35±1.86 ^{Aa}	42.17±1.85 ^{ABa}	36.07±1.84 ^{Ba}	33.57±3.32 ^{Ba}
3	28.80±0.14 ^{Aa}	34.85±3.12 ^{Aa}	35.28±2.31 ^{Aa}	35.45±5.32 ^{Aa}	33.50±0.36 ^{Aa}	34.25±4.32 ^{Aa}
4	37.51±2.54 ^{Ba}	46.79±1.25 ^{Aa}	42.98±1.85 ^{ABa}	45.60±1.83 ^{ABa}	41.00±1.78 ^{ABa}	40.15±2.02 ^{ABa}
Ay						
Spermidin Miktarı Depolama^{1,2,3}						
0	37.51±2.54 ^{Aa}	46.79±1.25 ^{Aa}	42.98±1.85 ^{Aa}	45.60±1.83 ^{Aa}	41.00±1.78 ^{Aa}	40.15±2.02 ^{Aa}
1	28.00±0.70 ^{Cb}	46.80±0.58 ^{Aa}	41.62±2.74 ^{ABa}	35.76±1.85 ^{Bb}	36.15±3.64 ^{Bab}	36.25±1.13 ^{Ba}
2	27.88±0.23 ^{Cb}	46.58±1.62 ^{Aa}	40.71±1.73 ^{Ba}	37.28±0.51 ^{Bb}	36.61±1.60 ^{Bab}	40.62±2.08 ^{Ba}
3	28.66±0.47 ^{Bb}	44.32±0.80 ^{Aa}	41.37±0.21 ^{Aa}	38.57±1.19 ^{Ab}	35.15±0.42 ^{Ab}	39.85±1.74 ^{Aa}
Gün						
Spermin Miktarı Üretim^{1,2,3}						
0	13.20±1.49 ^{Ab}	14.45±0.84 ^{Ab}	9.26±1.47 ^{Ac}	14.32±0.54 ^{Ab}	11.90±0.59 ^{Ac}	15.94±0.14 ^{Ab}
3	14.29±0.26 ^{Ab}	18.52±0.89 ^{Ab}	15.05±0.27 ^{Ab}	17.81±0.31 ^{Aab}	16.43±0.10 ^{Ab}	20.34±1.29 ^{Aa}
4	19.36±1.53 ^{Aa}	23.72±1.65 ^{Aa}	21.78±1.05 ^{Aa}	20.07±0.12 ^{Aa}	21.03±3.19 ^{Aa}	20.47±2.75 ^{Aa}

Çizelge 4.22 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıtım işlem görmüş sucuklarda üretim ve depolama sırasında belirlenen ortalama biyojen amin miktarları (mg/kg) (devam)

Ay	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
Spermin Miktarı Depolama^{1, 2, 3}							
0	19.36±1.53 ^{Aa}	23.72±1.65 ^{Aa}	21.78±1.05 ^{Aa}	20.07±0.12 ^{Aa}	19.65±1.09 ^{Aa}	21.03±3.19 ^{Aa}	20.47±2.75 ^{Aa}
1	12.28±0.25 ^{Ca}	22.04±0.99 ^{Aa}	16.74±1.50 ^{BCa}	19.21±0.27 ^{ABa}	15.70±0.01 ^{BCa}	15.09±0.84 ^{BCa}	17.97±0.09 ^{ABa}
2	14.58±0.20 ^{Aa}	19.05±0.05 ^{Aa}	17.57±2.87 ^{Aa}	18.35±0.02 ^{Aa}	16.61±0.70 ^{Aa}	16.22±3.94 ^{Aa}	17.11±2.95 ^{Aa}
3	17.16±2.71 ^{Aa}	17.84±2.47 ^{Aa}	20.35±0.80 ^{Aa}	17.10±1.43 ^{Aa}	16.48±1.26 ^{Aa}	15.97±0.16 ^{Aa}	17.46±0.41 ^{Aa}

* K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

¹ Sonuçlar iki tekerrür ortalaması ± standart sapması olarak verilmiştir.

² Her bir sütunda (a,b,c,...ı) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

³ Her bir satırda (A,B,C,...→) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

⁴ Her bir sütunda (a,b,c,...ı) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05).

Kurt (2006), histamin miktarı üzerine ısıtma işlem uygulamasının ve farklı düzeylerde nitrit kullanımının etkisinin önemsiz ($p>0.01$) olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada KN1, HSK1 ve KSK1 gruplarında ısıtma işlem uygulamasının etkisi ve farklı seviyelerde nitrat/nitrit kaynağı kullanımının etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Kurt ve Zorba (2010), nitrit miktarında meydana gelen artışın histamin miktarında düşüşe neden olduğunu bildirmiştir. Teodorovic vd. (1994), deneysel ortamda besi yerine 200 ppm sodyum nitrit ilavesinin, nitrit ilavesiz ortama göre histamin miktarı arasında fark olmadığını bildirmiştir. Kurt ve Zorba (2009), fermentasyon aşamasının tiramin miktarında meydana gelen değişim üzerine etkisinin önemli olduğunu bildirmiştir. Bu araştırmacılar nitrit miktarı arttıkça tiramin miktarının azaldığını bildirmiştir. Ayrıca ısıtma işlem sıcaklığının tiramin miktarı üzerine etkisinin önemsiz olduğunu bildirmiştir. Söz konusu çalışmalarda nitrat/nitrit kaynağı kullanımının tiramin miktarını azalttığı şeklinde sonuçlar elde edilse de bu çalışmada ilave edilen nitrat/nitrit düzeyi ile oluşan tiramin miktarı arasında doğrudan bağlantı kurulamamıştır. Bu durum bu çalışmada tiramin oluşumu üzerine başka faktörlerinde etkisinin olabileceğini göstermektedir. Bu çalışmaya diğer çalışmalar fermentasyon süresince tiramin miktarında artış gözlemlendiğinden bu açıdan uyum göstermektedir. Isıtma işlem görmüş sucuklarda olgunlaştırma süresinin sınırlı tutulması, fermente sucuklara göre tiramin oluşumunun düşük seviyelerde kalmasını sağlamıştır. Isıtma işlemin etkisi, depolama koşulları ve sucuk ortamının bakteriyel gelişime uygun olmaması nedeniyle (anaerobik ortam, a_w , redoks potansiyeli, tuz konsantrasyonu gibi) tiramin oluşumu daha sınırlı kalmıştır.

Kurt (2006), sucuklarda spermidin miktarı üzerine fermentasyon süresinin etkisinin önemli, ısıtma işlem sıcaklığı ve farklı nitrit seviyelerinin etkisinin ise önemsiz olduğunu bildirmiştir. Üretimde kullanılan bileşenler spermidin miktarında katkıda bulunmakta, olgunlaşma sırasında mikrobiyal dekarboksilasyonla oluşmadığı için miktarında önemli bir değişiklik gözlenmemektedir (Eerola vd. 1993, Hernandez-Jover vd. 1997a, Hernandez-Jover vd. 1997b, Ansorena vd. 2002, Suzzi ve Gardini 2003). Bu çalışmada fermente sucuklarda ve ısıtma işlem görmüş sucuklarda benzer spermidin miktarları tespit edilmiştir. Spermidinin hammadde kökenli olması ve bakteriyel dekarboksilasyon sonucu oluşmaması olgunlaştırma ve depolama süreçlerinde miktarında meydana gelen değişimi sınırlandırmaktadır. Hem ısıtma işlem görmüş sucuklarda hem de fermente sucuklarda

belirlenen spermidin miktarı güvenli olarak kabul edilen seviyede kalmıştır. Kurt (2006), sucuklarda spermin miktarı üzerine fermentasyon süresinin etkisinin önemli, ısıtma işlem sıcaklığının ve farklı nitrit seviyelerinin etkisinin ise önemsiz olduğunu belirlemiştir. Spermin hammadde kaynaklı bir biyojen amin olması nedeniyle et ürünlerinde tespit edilen miktar büyük oranda kullanılan hammaddeye göre değişim göstermektedir. Özellikle fermente ve ısıtma işlem görmüş sucuklarda üretim sırasında meydana gelen spermin artışı büyük olasılıkla kuruma sonucu ortaya çıkan konsantrasyondan kaynaklanmaktadır. Fermente sucukların depolanması sırasında—spermin miktarı değişmezken, ısıtma işlem görmüş sucukların depolanması sırasında ortaya çıkan düşüş, bazı mikroorganizmaların spermini azot kaynağı olarak kullanmalarından kaynaklanmaktadır.

4.2.9 Uçucu Aroma Bileşikleri

Fermente sucuklarda üretim ve depolama sırasında uçucu aroma bileşiklerinde meydana gelen değişimler her bir aroma bileşeni için ayrı ayrı EK 7’de verilmiştir. Isıtma işlem görmüş sucuklarda uçucu aroma bileşiklerinin kaynağı olarak baharatlar ve lipit oksidasyonu belirlenmiştir (Çizelge 4.23). Uçucu aroma bileşiklerinin oluşumuna fermente sucuklarda olduğu gibi stafilokok esteraz aktivitesi ve aminoasit katabolizmasının katkısı belirlenmemiştir.

Isıtma işlem görmüş sucuklarda, sucuk hamurunda baharatların aroma üzerine katkısı %96.72-110.89 oranında, fermentasyon uygulaması sonrasında %97.60-102.93 oranında, ısıtma işlem uygulaması sonrasında %96.40-97.95 oranında ve 3 ay depolama süresi sonunda ise %95.79-100.73 oranında olduğu belirlenmiştir. Lipit oksidasyonunun katkısı ise sucuk hamurunda %0.88-1.77 oranında, fermentasyon işlemi sonrası %0.70-1.31 oranında, ısıtma işlem uygulaması sonrasında %1.00-1.54 oranında ve 3 ay depolama süresi sonunda %0.25-0.95 oranında belirlenmiştir.

Çizelge 4.23 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıtılmış sucuklarda uçucu aroma bileşiklerinin kaynakları ve bunlarda fermentasyon, ısıtılmış işlem ve depolama sırasında meydana gelen değişimler (%)

Uygulama ¹	Kaynak/Süre	0	3	4(0*)	34(1*)	64(2*)	94(3*)
K	Baharat	110.89	97.64	97.02	94.51	96.87	96.89
	Lipit oksidasyonu	0.92	1.31	1.43	0.87	1.26	0.95
KN1	Baharat	98.99	98.34	97.95	98.70	98.68	98.08
	Lipit oksidasyonu	1.35	0.72	1.00	0.52	0.37	0.38
KN2	Baharat	96.72	97.60	96.83	97.34	98.84	98.69
	Lipit oksidasyonu	1.39	0.78	1.26	0.65	0.36	0.33
HSK1	Baharat	110.40	97.89	96.40	97.35	97.93	95.79
	Lipit oksidasyonu	0.90	0.70	1.47	1.09	0.63	0.76
HSK2	Baharat	100.36	102.41	97.49	97.03	99.39	98.17
	Lipit oksidasyonu	1.77	0.97	1.35	1.07	0.70	0.77
KSK1	Baharat	101.33	98.56	97.29	99.85	99.00	97.78
	Lipit oksidasyonu	1.46	0.93	1.54	0.82	0.40	0.25
KSK2	Baharat	107.87	102.93	97.00	99.67	97.45	100.73
	Lipit oksidasyonu	0.88	0.76	1.46	0.77	0.43	0.34

¹ K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

* Ay olarak depolama süresi

Fermente sucuklarda olduğu gibi ısıtılmış işlem görmüş sucuklarda da uçucu aroma bileşiklerinin büyük çoğunluğunu terpenler oluşturmaktadır (çizelge 4.24). Sucuk hamurunda toplam uçucu aroma bileşiklerini %50.12-69.02 oranında, fermentasyon sonrası %63.70-73.00 oranında, ısıtılmış işlem uygulaması sonunda %65.95-68.39 oranında ve 3 ay depolama süresi sonunda %54.76-60.73 oranında terpenler oluşturmuştur. Isıtılmış işlem görmüş sucukların aromalarının büyük bir kısmını *p*-simen, γ -terpinen ve kuminaldehit oluşturmaktadır ki, bu da sucuktaki aroma bileşiklerinin yaklaşık %60'ına denk gelmektedir. Kükürtlü bileşikler ısıtılmış işlem görmüş sucuklarda aroma bileşiklerini, sucuk hamurunda %6.64-12.17 oranında, fermentasyon sonrası %6.05-7.80 oranında, ısıtılmış işlem uygulamasından sonra %6.96-7.80 oranında ve 3 ay depolama süresi sonunda ise %4.07-7.99 oranında oluşturmuştur. Kükürtlü bileşikler fermente sucuklarda olduğu gibi ısıtılmış işlem görmüş sucuklarda da fermentasyon, ısıtılmış işlem ve depolama boyunca düşüş göstermiştir. Asitler sucuk hamurunda %0.13-0.32 oranında, fermentasyon sonrasında %0.20-0.35 oranında, ısıtılmış işlem uygulaması sonrasında %0.28-0.38 oranında ve 3 ay depolama sonunda %0.13-0.30 oranında belirlenmiştir. Isıtılmış işlem görmüş sucuklarda aldehitler terpenlerden sonra ikinci büyük bileşik grubunu oluşturmaktadır. Aldehitlerin

oranı sucuk hamurunda %29.97-37.89 oranında, fermantasyon uygulaması sonrasında %20.88-25.80 oranında, ısıt işlem uygulaması sonrasında %21.20-22.36 oranında ve 3 ay depolama sonunda %30.03-36.84 oranında belirlenmiştir. Üretim ve depolama süresince aldehitlerin miktarında artış ve düşüşler gözlenmiştir. Hidrokarbonlar sucuk hamurunda %0.24-0.29 oranında, fermantasyon uygulaması sonrasında %0.11-0.30 oranında ve ısıt işlem uygulaması sonrasında %0.10-0.25 oranında belirlenmiştir. Depolama işleminin ilk ayından sonra uygulama gruplarının tamamında hidrokarbon belirlenmemiştir.

Alkoller sucuk hamurunda %0.42-1.29 oranında, fermantasyon uygulaması sonrasında %0.50-1.52 oranında, ısıt işlem uygulaması sonrasında %0.79-1.30 oranında ve 3 ay depolama sonunda %0.00-0.46 oranında belirlenmiştir. Alkollerin miktarı fermantasyon ve ısıt işlem uygulaması sonucunda artarken depolama süresi boyunca azalmış ve hatta KN2 grubunda tamamen yok olmuştur.

Isıt işlem görmüş sucuk örneklerinde altı farklı kükürtlü bileşik tanımlanmıştır. Bunlardan allil metil sülfid, dimetil disülfid, diallil sülfid, allil metil disülfid, diallil disülfid ve di(1-propenil)-disülfid kaynağını sarımsak, dimetil disülfidin kaynağını ise kırmızıbiber oluşturmaktadır. Üretim ve depolama aşamalarında allil metil sülfid, dimetil disülfid, diallil sülfid, allil metil disülfid, diallil disülfid ve di(1-propenil)-disülfid miktarlarını süre ve uygulamanın birlikte etkisi önemli bulunmuştur. Sucuk hamurunda %6.64-12.17 oranında, fermantasyon uygulaması sonrasında %6.05-8.57 oranında, ısıt işlem uygulaması sonrasında 6.96-7.80 oranında ve 90 gün depolama süresi sonunda %4.07-7.99 oranında sülfürlü bileşik belirlenmiştir.

Öz vd. (2018), ısıt işlem görmüş sucuk örneklerinde 13, Armutcu vd. (2020), ise 8 farklı kükürt bileşeni tespit etmiştir. Ozkara vd. (2019), ısıt işlem görmüş dana sucukta 3, hindi ve tavuk sucukta 2 kükürtlü bileşen tespit etmiştir ve bunların miktarını sırasıyla 4.26, 2.07 ve 1.65 mg/kg olarak belirlemiştir.

Çizelge 4.24 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıtılmış sucuklarda uçucu aroma bileşik grupları ve bu gruplarda sucuk hamurunda, fermentasyon, ısıtılmış işlem ve depolama sırasında meydana gelen değişimler (%)

Uygulama ¹	Bileşik Grubu/Süre	0	3	4(0*)	34(1*)	64(2*)	94(3*)
K	Terpenler	69.02	65.90	67.46	59.22	54.64	59.17
	Kükürtlü Bileşikler	6.64	6.05	7.44	8.32	5.95	5.21
	Asitler	0.21	0.35	0.29	0.17	0.19	0.25
	Aldehitler	34.79	25.10	22.04	26.89	36.86	32.80
	Hidrokarbonlar	0.29	0.28	0.19	0.00	0.00	0.00
	Alkoller	0.86	1.19	0.94	0.78	0.49	0.41
KN1	Terpenler	56.75	67.43	68.39	48.44	55.50	60.73
	Kükürtlü Bileşikler	12.17	7.89	7.50	7.76	6.83	4.76
	Asitler	0.23	0.28	0.30	0.35-	0.25	0.24
	Aldehitler	29.97	22.42	21.38	42.26	35.98	32.47
	Hidrokarbonlar	0.25	0.11	0.15	0.00	0.00	0.00
	Alkoller	0.97	0.93	1.23	0.41	0.49	0.26
KN2	Terpenler	50.12	63.70	65.95	49.54	56.88	60.07
	Kükürtlü Bileşikler	10.35	6.73	7.23	4.80	4.90	4.07
	Asitler	0.21	0.22	0.29	0.24	0.22	0.17
	Aldehitler	34.02	25.80	22.01	42.75	36.39	33.91
	Hidrokarbonlar	0.25	0.26	0.25	0.00	0.00	0.00
	Alkoller	0.42	0.50	0.79	0.00	0.00	0.00
HSK1	Terpenler	66.28	66.37	67.02	46.72	55.16	57.77
	Kükürtlü Bileşikler	11.31	8.57	7.80	9.06	6.98	7.99
	Asitler	0.14	0.26	0.30	0.42	0.22	0.30
	Aldehitler	32.16	21.69	21.20	41.46	35.75	30.03
	Hidrokarbonlar	0.24	0.18	0.25	0.00	0.00	0.00
	Alkoller	1.17	1.52	1.30	0.78	0.45	0.46
HSK2	Terpenler	61.39	73.00	67.59	44.83	53.61	54.76
	Kükürtlü Bileşikler	9.13	7.54	7.65	7.25	6.46	6.72
	Asitler	0.32	0.25	0.28	0.46	0.18	0.21
	Aldehitler	30.13	21.18	22.26	44.99	39.46	36.84
	Hidrokarbonlar	0.29	0.30	0.10	0.00	0.00	0.00
	Alkoller	0.87	1.11	0.96	0.57	0.38	0.41
KSK1	Terpenler	54.99	70.45	67.75	44.50	55.07	56.80
	Kükürtlü Bileşikler	8.16	6.64	6.96	9.74	5.35	5.99
	Asitler	0.20	0.20	0.37	0.36	0.19	0.13
	Aldehitler	37.89	20.88	22.36	45.63	38.34	34.73
	Hidrokarbonlar	0.26	0.21	0.22	0.00	0.00	0.00
	Alkoller	1.29	1.11	1.17	0.44	0.45	0.38
KSK2	Terpenler	62.33	67.86	66.45	46.24	54.38	59.77
	Kükürtlü Bileşikler	9.44	7.75	7.48	4.91	6.90	5.75
	Asitler	0.13	0.20	0.38	0.19	0.22	0.22
	Aldehitler	33.97	25.10	21.30	47.54	34.42	33.66
	Hidrokarbonlar	0.28	0.25	0.19	0.00	0.00	0.00
	Alkoller	0.99	1.17	1.27	0.48	0.39	0.24

* Ay olarak depolama süresi

¹ K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

Son üründe farklı nitrit/nitrat kaynağının etkisine bağlı olarak en yüksek allil metil sülfid düzeyi KN2 grubunda, K, KN1, HSK1, HSK2 ve KSK2 gruplarında benzer düzeyde, KSK1 grubunda ise en düşük düzeyde belirlenmiştir. Depolama sonunda ise en yüksek allil metil sülfid miktarı KN2, HSK1 ve KSK2 gruplarında belirlenmiştir. Fermantasyon aşamasında K, HSK1, HSK2, KSK1 ve KSK2 gruplarında azalma, KN2 grubunda ise artış gözlenmiştir. Isıl işlem uygulaması sonucunda HSK2 ve KSK1 gruplarında allil metil sülfid miktarında düşüş gözlenirken, diğer uygulama gruplarında sabit kalmıştır. Depolama süresi sonunda K, KN1, KN2 gruplarında düşüş, HSK2 ve KSK2 gruplarında ise artış gözlenmiştir. Son üründe farklı nitrit/nitrat kaynağı kullanımının etkisine bağlı olarak dimetil disülfid miktarı HSK2 grubunda belirlenirken, diğer sucuk örneklerinde benzer düzeyde belirlenmiştir. Depolama sonunda ise en yüksek dimetil disülfid miktarı KSK2 grubunda belirlenirken, diğer uygulama gruplarında benzer düzeyde belirlenmiş, KSK1 grubunda ise bu bileşen tespit edilmemiştir. Fermantasyon uygulamasına bağlı olarak, K, KN1, KN2, HSK1 ve HSK2 gruplarında dimetil disülfid miktarında düşüş gözlenmiştir ($p<0.01$). Isıl işlem uygulamasının K ve KSK1 gruplarında dimetil disülfid miktarı artmıştır ($p<0.01$). Son üründe farklı nitrit/nitrat kaynağının etkisine bağlı olarak diallil sülfid miktarı KN1, KN2 ve HSK2 gruplarında daha yüksek oranda belirlenirken, K, KSK1 ve KSK2 gruplarında bu gruplara göre daha az düzeyde ve HSK1 grubunda en düşük düzeyde belirlenmiştir. Depolama süresi sonunda ise en yüksek diallil sülfid miktarı HSK1, HSK2, KSK1 ve KSK2 gruplarında belirlenirken, K, KN1 ve KN2 gruplarında daha düşük düzeyde belirlenmiştir. Son üründe kimyasal nitrit kullanımı diallil sülfid miktarının korunmasında daha iyi etki gösterirken, depolama süresi sonunda bitkisel nitrit/nitrat kaynakları daha iyi etki göstermiştir. Fermantasyon uygulaması sonrasında KN1, KN2 ve HSK1 gruplarında diallil sülfid miktarında azalma gözlenmiştir ($p<0.01$). Isıl işlem uygulaması sonucunda KN2 grubunda diallil sülfid artmış, KSK1 grubunda ise düşmüştür ($p<0.01$). K, KN1, KN2, HSK2 ve KSK1 gruplarında depolama aşamasında diallil sülfid miktarında azalma ($p<0.01$) gözlenmiştir. Son üründe nitrit/nitrat içermeyen K grubuna göre kimyasal nitrit ve bitkisel nitrit/nitrat kaynağı içeren sucuklarda daha yüksek oranda allil metil disülfid belirlenmiştir. Depolama süresine bağlı olarak KN1, KN2, HSK1, KSK1 ve KSK2 gruplarında allil metil disülfid miktarında düşüş ($p<0.01$) gözlenmiştir. Depolama süresi sonunda bitkisel nitrit/nitrat kaynağı kullanılan sucuklarda diallil disülfid miktarı, kimyasal nitrit kullanılan sucuklarda daha yüksek düzeyde, K

grubu sucukla ise benzer düzeyde belirlenmiştir. Fermantasyon uygulaması sonrasında KN1, KN2 ve KSK2 gruplarında diallil disülfid miktarında düşüş ($p<0.01$) gözlenmiştir. Depolama boyunca K, KN1, KN2, KSK1 ve KSK2 gruplarında diallil disülfid miktarında düşüş ($p<0.01$) gözlenmiştir. Depolama sonunda KN1 ve KSK1 gruplarında di(1-propenil)-disülfid miktarı düşmüştür.

Isıl işlem görmüş sucuklarda asit olarak pentanoik asit ve heksanoik asit belirlenmiştir. Üretim ve depolama aşamalarında uygulama ve sürenin etkisinin beraber önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Bu bileşenlerin miktarı oldukça düşük seviyelerde kalmıştır. Sucuk hamurunda %0.13-0.32 oranında, fermantasyon sonrası %0.20-0.35 oranında, ısıl işlem sonrasında %0.28-0.38 oranında ve 3 ay depolama süresi sonunda ise %0.13-0.30 oranında asit belirlenmiştir. Son üründe pentanoik asit miktarı bakımından kimyasal nitrit içeren sucuklarla bitkisel nitrit/nitrat kaynağı içeren sucuklar benzer özellik göstermiştir. Depolama aşamasında uygulama gruplarının tamamında pentanoik asit yok olmuştur. Son üründe ve 3 ay depolama süresi sonunda kimyasal nitrit içeren sucuklarla, bitkisel nitrit/nitrat kaynağı içeren sucuklar benzer düzeyde heksanoik asit içermiştir. Pentanoik ve heksanoik asitler lipid oksidasyonu sonucunda oluşmaktadır. Öz vd. (2018), ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinde asit olarak sadece propanoik asidi belirlemiştir. Armutcu vd. (2020), ise ısıl işlem görmüş sucuklarda 3 farklı asit bileşen belirlemiştir. Ancak bu çalışmada tespit edilen asit bileşenler söz konu çalışmalarda tespit edilmemiştir. Ozkara vd. (2019), ısıl işlem görmüş dana sucukta 9, hindi ve tavuk sucukta ise 8 asit bileşen tespit etmiştir ve bunların toplam miktarını sırasıyla 4.59, 2.01 ve 1.69 mg/kg olarak belirlemiştir.

Isıl işlem görmüş sucuk örneklerinde 6 farklı aldehit belirlenmiştir. Bunlar 3-metilbütanal, heksanal, dekanal, kuminaldehit, p-mentha-1,3-dien-7-al ve p-mentha-1,4-dien-7-al'dir. 3-bütanalın kaynağını kırmızıbiber ve aminoasit katabolizması; heksanal ve dekanalin kaynağını lipid oksidasyonu; kuminaldehit, p-mentha-1,3-dien-7-al ve p-mentha-1,4-dien-7-al'in kaynağını ise kimyon oluşturmaktadır. Üretim ve depolama aşamalarında 3-metilbütanal, heksanal, dekanal, kuminaldehit, p-mentha-1,3-dien-7-al ve p-mentha-1,4-dien-7-al miktarında meydana gelen değişim üzerine uygulama ve sürenin birlikte etkisinin önemli ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir. Aldehitler sucuk hamurunda

%29.97-37.89 oranında, fermantasyon uygulaması sonunda %20.88-28.80, ısıt işlem uygulaması sonunda %21.20-22.36 oranında ve 3 ay depolama süresi sonunda %30.03-36.84 oranında belirlenmiştir. Genel olarak fermantasyon ve ısıt işlem uygulamaları ile düşüş gösteren aldehit miktarı, depolama süresi sonunda artış göstermiştir. Öz vd. (2018) ve Armutcu vd. (2020), ısıt işlem görmüş sucuk örneklerinde 4 farklı aldehit tanımlamıştır. Ozkara vd. (2019), ısıt işlem görmüş dana ve tavuk sucukta 4, hindi sucukta ise 6 aldehit bileşen tespit etmiş ve bunların miktarını sırasıyla 22.79, 12.67 ve 37.34 mg/kg olarak belirlemiştir.

Son üründe ve depolama sonunda 3-metilbütanal miktarı bakımından kimyasal nitrit içeren sucuklarla bitkisel nitrit/nitrat kaynağı içeren sucuklar benzer özellik göstermiştir. Fermantasyon uygulamasının etkisine bağlı olarak KN1, KN2 ve HSK2 gruplarında 3-metilbütanal miktarında artış ($p<0.01$) gözlenmiştir. Isıt işlem uygulaması ise KN2 ve KSK2 gruplarında 3-metilbütanal miktarında düşüşe ($p<0.01$) neden olmuştur. Depolama süresi boyunca ise 3-metilbütanal miktarında artış ($p<0.01$) gözlenmiştir. Isıt işlem görmüş sucuk örneklerinde sucuk hamurunda ve fermantasyon uygulaması sonunda heksanal tespit edilemezken, ısıt işlem sonunda %0.14-0.40 oranında belirlenmiştir. 3 ay depolama sonunda K grubunda %0.56, HSK1 grubunda %0.33 ve HSK2 grubunda %0.32 oranında heksanal belirlenmiştir. Son üründe hem nitrit/nitrat içermeyen K grubunda hem de bitkisel nitrit/nitrat içeren sucuk örneklerinde, kimyasal nitrit içeren sucuk örneklerinden daha yüksek oranda heksanal oluşumu gözlenmiştir. 3 ay depolama süresi sonunda ise nitrit/nitrat içermeyen K grubunda en yüksek oranda heksanal belirlenirken, siyah havuç suyu konsantresi içeren sucuklarda daha düşük düzeyde heksanal belirlenmiştir. Kimyasal nitrit içeren sucuklarla, kereviz suyu konsantresi içeren sucuklarda heksanal belirlenememiştir. Depolama süresine bağlı olarak heksanal miktarında K ve HSK2 gruplarında artış ($p<0.01$), diğer uygulama gruplarında ise heksanal miktarında düşüş ($p<0.01$) gözlenmiştir.

Son üründe K grubu, bitkisel nitrat/nitrat içeren gruplar ve 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup dekanal miktarı bakımından benzer özellik gösterirken, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grupta daha düşük oranda dekanal belirlenmiştir. Depolama süresi sonunda ise kimyasal nitrit içeren sucuk örnekleriyle bitkisel nitrit/nitrat kaynağı içeren sucuk

örnekleri dekanal miktarı bakımından benzerlik göstermiştir. Fermantasyon uygulaması KN1, KN2, HSK1, HSK2 ve KSK1 gruplarında dekanal miktarında düşüşe neden olmuştur ($p<0.01$). Uygulama gruplarının tamamında ısıtma işlem uygulamasının ve depolama süresinin etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.01$).

Son üründe kimyasal nitrit içeren sucuklarla bitkisel nitrit/nitrat kaynağı içeren sucuklar kuminaldehit miktarı bakımından benzer özellik göstermiştir. 3 ay depolama süresi sonunda ise HSK2 grubu dışında bitkisel nitrit/nitrat kaynağı içeren sucuklarla kimyasal nitrit içeren sucuklar benzer özellik göstermiştir. Fermantasyon uygulaması sonucunda gruplarının tamamında kuminaldehit miktarında düşüş ($p<0.01$) gözlenmiştir. Isıtma işlem uygulamasının etkisi ise uygulama gruplarının tamamında önemsiz ($p>0.01$) bulunmuştur. Depolama süresi sonunda uygulama gruplarının tamamında kuminaldehit miktarında artış ($p<0.01$) gözlenmiştir. Hem son üründe hem de 3 ay depolama sonunda kimyasal nitrit içeren sucuk örnekleriyle bitkisel nitrit/nitrat kaynağı içeren sucuk örnekleri benzer özellik göstermiştir. Fermantasyon uygulaması KN1, KN2, HSK1, HSK2, KSK1 ve KSK2 gruplarında, ısıtma işlem uygulaması ise K ve HSK1 gruplarında *p*-mentha-1,3-dien-7-al miktarında düşüşe ($p<0.01$) neden olmuştur. Depolama süresi sonunda ise gruplarının tamamında *p*-mentha-1,3-dien-7-al miktarında düşüş ($p<0.01$) gözlenmiştir. Son üründe kimyasal nitrit içeren sucuklarla bitkisel nitrit/nitrat kaynağı içeren sucuklar *p*-mentha-1,4-dien-7-al miktarı bakımından benzerlik göstermiştir. Fermantasyon sonrası (3. gün) KN1, KN2, HSK2 ve KSK1 gruplarında *p*-mentha-1,4-dien-7-al miktarında düşüş ($p<0.01$) gözlenmiştir. Depolama sonunda uygulama gruplarının tamamında *p*-mentha-1,4-dien-7-al miktarında artış ($p<0.01$) gözlenmiştir.

Isıtma işlem görmüş sucuk örneklerinde, undekan ve pentadekan olmak üzere iki farklı hidrokarbon belirlenmiştir. Undekan ve pentadekan alifatik hidrokarbonlar arasında sınıflandırılmaktadır. Üretim ve depolama aşamalarında undekan ve pentadekan miktarlarını uygulama ve sürenin birlikte etkisinin önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Alifatik hidrokarbonların kaynağını lipit oksidasyonu oluşturmaktadır. Hidrokarbonlar sucuk hamurunda %0.24-0.29 oranında, fermantasyon sonunda %0.11-0.30 oranında belirlenmiştir ve depolama aşamasında tespit edilememiştir. Öz vd. (2018), ısıtma işlem görmüş sucuklarda 9 farklı alifatik hidrokarbon ve 5 farklı aromatik hidrokarbon

tespit etmiştir. Armutcu vd. (2020), ısıt işlem görmüş sucuk örneklerinde 7 tane alifatik ve 7 tane de aromatik hidrokarbon tespit etmiştir.

Isıt işlem görmüş sucuk örneklerinde undekan, sucuk hamurunda belirlenemezken 3 gün fermantasyon sonrasında KN1 ve HSK1 gruplarında tespit edilmezken diğer uygulama gruplarında %0.08-0.10 oranında belirlenmiştir. Isıt işlem uygulaması sonrasında KN1 ve HSK2 dışında kalan uygulama gruplarında %0.08-0.09 oranında undekan belirlenmiştir. Depolamanın ilk ayından itibaren undekan belirlenmemiştir. Fermantasyon sonrası K, KN2, HSK2, KSK1 ve KSK2 gruplarında undekan miktarında artış ($p<0.01$) gözlenmiştir. Isıt işlem uygulamasından sonra ise HSK1 grubunda undekan miktarında artış ($p<0.01$), HSK2 ve KSK1 gruplarında ise düşüş ($p<0.01$) gözlenmiştir. Isıt işlem görmüş sucuklarda pentadekan miktarı, sucuk hamurunda %0,24-0,29, fermantasyon sonrası %0,11-0,21 ve ısıt işlem sonrasında ise %0,10-0,17 oranında pentadekan belirlenmiştir. Depolama aşamasında ise pentadekan belirlenmemiştir. Son üründe pentadekan miktarı bakımından kimyasal nitrit içeren sucuklarla bitkisel nitrit/nitrat kaynağı içeren sucuklar benzer özellik göstermiştir. Fermantasyondan sonra uygulama gruplarının tamamında pentadekan miktarında düşüş ($p<0.01$) gözlenmiştir. Isıt işlem uygulaması ise K, HSK2 ve KSK2 gruplarında düşüşe ($p<0.01$) neden olmuştur. Depolamanın ilk ayından itibaren pentadekan belirlenmemiştir.

Isıt işlem görmüş sucuklarda alkol olarak 1-pentanol, 2,3-bütandiol ve 4-terpineol olmak üzere üç farklı uçucu bileşik belirlenmiştir. Üretim ve depolama aşamalarında 1-pentanol, 2,3-bütandiol ve 4-terpineol miktarını süre ve uygulamanın birlikte etkisinin önemli ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir. 1-pentanolün kaynağını lipid oksidasyonu, 2,3-bütandiolün kaynağını karbonhidrat fermantasyonu ve kırmızıbiber, 4-terpineolün kaynağını karabiber olduğu düşünülmektedir. Sucuk hamurunda %0.86-1.29 oranında, fermantasyon sonunda %0.50-1.52 oranında, ısıt işlem sonunda %0.79-1.30 oranında ve 3 ay depolama sonunda %0.00-1.46 oranında toplam alkol belirlenmiştir. Genel olarak depolama boyunca alkol miktarında artış gözlenmiştir. Öz vd. (2018) ısıt işlem görmüş sucuk örneklerinde sadece bir adet alkol tespit etmiştir. Armutcu vd. (2020), ısıt işlem görmüş sucuk örneklerinde 3 farklı alkol bileşeni belirlemiştir. Ancak söz konusu iki çalışmayla bu çalışmada belirlenen alkol bileşenleri farklılık göstermektedir. Ozkara vd.

(2019), ısıt işlem görmüş dana sucukta 8, hindi sucukta 14 ve tavuk sucukta 17 alkol bileşik tespit etmiştir ve bunların toplam miktarını sırasıyla 2.68, 5.96 ve 6.55 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Isıt işlem görmüş sucuk örneklerinde 1-pentanol sucuk hamurunda %0.18-0.49, fermentasyon sonunda %0.22-0.46 ve ısıt işlem sonrasında %0.29-0.44 oranında 1-pentanol belirlenmiştir. Depolama aşamasında uygulama gruplarının tamamında 1-pentanol tespit edilememiştir. Son üründe kimyasal nitrit içeren sucuk örnekleriyle bitkisel nitrit/nitrat kaynağı içeren sucuk örneklerinde benzer düzeyde 1-pentanol belirlenmiştir. Fermentasyon sonrası K grubunda artış ($p<0.01$), KSK1 grubunda ise düşüş ($p<0.01$) gözlenmiştir. Isıt işlem uygulaması sonrasında 1-pentanol miktarında K grubunda düşüş ($p<0.01$), KN2 ve KSK2 gruplarında ise artış ($p<0.01$) gözlenmiştir. Sucuklarda son üründe belirlenen 2,3-bütandiol miktarı ile ortama ilave edilen nitrit/nitrat miktarı arasında bağlantı kurulamaması, 2,3-bütandiol'ün oluşumunda nitrit/nitrat dışında kalan diğer faktörlerin de önemini ortaya koymaktadır. Fermentasyon uygulaması sonucunda HSK1, HSK2 ve KSK2 gruplarında 2,3-bütandiol miktarında artış ($p<0.01$) gözlenmiştir. Isıt işlem uygulaması ile ise 2,3-bütandiol miktarında KN1 grubunda artış, HSK1 ve HSK2 gruplarında ise azalma gözlenmiştir. Depolama aşamasında uygulama gruplarının tamamında 2,3-bütandiol miktarı düşmüştür. Son üründe kimyasal nitrit içeren sucuklarla bitkisel nitrit/nitrat kaynağı içeren sucuklar 4-terpineol miktarı bakımından benzer özellik gösterirken, depolama aşamasında bu bileşen tespit edilememiştir. Isıt işlem uygulaması KN1 grubunda 4-terpineol miktarında düşüşe neden olmuştur.

Sucuk örneklerinde tanımlanan uçucu aromatik bileşiklerin büyük çoğunluğunu baharat kökenli terpenler oluşturmaktadır ve tanımlaması yapılan 21 farklı terpenin 20 tanesi ısıt işlem görmüş sucuklarda belirlenmiştir. α -thujen, α -pinen, kamfen, β -pinen, β -mirsen, α -fellandiren, Δ^3 -karen, α -terpinen, limonen, p -simen, γ -terpinen, α -terpinolen, α -kopaen, β -elemen, isokaryofillen, α -humulen ve β -selinen miktarında meydana gelen değişim üzerine süre ve uygulamanın birlikte etkisinin önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Sabinen ve linalol miktarına süre x uygulama interaksiyonunun etkisi önemsiz ($p>0.01$) bulunurken sürenin etkisi ise önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ancak

bunlardan kamfen fermente sucuklarda belirlenemezken, fermente sucuklarda belirlenen β -osimen ısıtıl işlem görmüş sucuklarda belirlenememiştir. Tespit edilen terpenlerin büyük bir kısmını ise *p*-simen, kuminaldehit, γ -terpinen ve limonen oluşturmaktadır. Uygulama gruplarında sucuk hamurunda %50.12-69.02 oranında, fermentasyon sonunda %63.70-73.00 oranında, ısıtıl işlem sonunda %65.95-68.39 oranında ve 3 ay depolama sonunda %54.76-60.73 arasında değişen oranlarda terpen belirlenmiştir. Öz vd. (2018) ısıtıl işlem görmüş sucuk örneklerinde 23 farklı terpen tespit etmiş ve uçucu aroma bileşenlerinin çoğunluğunu bu bileşik grubunun oluşturduğunu bildirmiştir. Armutcu vd. (2020) ısıtıl işlem görmüş sucuk örneklerinde 17 farklı terpen bileşeni tespit etmiştir. Ozkara vd. (2019), ısıtıl işlem görmüş dana sucukta 19, hindi sucukta 22 ve tavuk sucukta 25 farklı terpen bileşen tespit etmiş ve bunların toplam miktarını sırasıyla 153.10, 187.59 ve 207.95 mg/kg olarak belirlemiştir.

Son üründe ve 3 ay depolama sonunda α -terpinen, limonen, α -pinen, sabinen, *p*-simen, γ -terpinen, linalol ve β -karyofillen miktarı bakımından kimyasal nitrit içeren sucukların ve bitkisel nitrit/nitrat kaynağı içeren sucukların benzer özellik gösterdikleri belirlenmiştir. Son üründe kamfen, β -pinen, β -mirsan, Δ^3 -karen, α -terpinolen, isokaryofillen ve α -humulen miktarı bakımından bitkisel nitrat/nitrit içeren sucuklarla kimyasal nitrit içeren sucuklar benzer özellik göstermiştir. 3 ay depolama sonunda ise α -fellandiren ve α -kopaen miktarı bakımından bitkisel nitrat/nitrit içeren sucuklarla kimyasal nitrit içeren sucuklar benzer özellik göstermiştir. Son üründe belirlenen α -thujen miktarı ile ortama ilave edilen nitrit/nitrat miktarı arasında doğrudan ilişki kurulamaması, bu bileşende ortaya çıkan farklılıkların hammadde kaynaklı olma ihtimalini güçlendirmektedir. 3 ay depolama sonunda ise ortama ilave edilen nitrit/nitrat miktarıyla Δ^3 -karen, α -terpinolen, α -kopaen miktarı arasında doğrudan bir bağlantı olmaması, söz konusu değişimde hammadde kaynaklı etmenlerin daha fazla ön plana çıktığını göstermektedir.

α -thujen ve kamfen üretim aşamasında tespit edilirken depolama aşamasında bu bileşen belirlenmemiştir. 3 ay depolama sonunda bitkisel nitrit/nitrat kaynağı içeren sucuklar kimyasal nitrit içeren sucuklara benzer ve daha düşük β -pinen içermiştir. 3 ay depolama sonunda ise HSK1 grubu dışında kalan bitkisel nitrit/nitrat içeren sucuk örnekleriyle kimyasal nitrit içeren sucukların benzer düzeyde β -mirsan içerdikleri belirlenmiştir. Son

üründe bitkisel nitrit/nitrat kaynağı içeren sucukların, nitrit içeren sucuklardan daha yüksek α -fellandiren içerdiği belirlenmiştir. Son üründe bitkisel nitrit/nitrat kaynağı içeren sucuk örnekleriyle KN2 grubu β -elemen miktarı bakımından benzerlik gösterirken, söz konusu gruplarda β -elemen miktarı KN1 grubunda daha yüksek düzeyde belirlenmiştir. 3 ay depolama sonunda ise HSK1 grubu dışında kalan bitkisel nitrit/nitrat içeren sucuklarla kimyasal nitrit içeren sucuklar isokaryofillen miktarı bakımından benzerlik gösterirken; HSK1 grubu dışında kalan bitkisel nitrit/nitrat içeren sucuklarla kimyasal nitrit içeren sucuklar benzer α -humulen miktarı içermiştir.

4.2.10 Mikrobiyolojik analiz sonuçları

Farklı konsantrasyonlarda ve farklı nitrit/nitrat kaynağı içeren ısıtılmış sucuklarda üretim sırasında belirlenen TMAB, LAB, MSB ve *Enterobacteriaceae* sayıları, çizelge 4.25’de verilmiştir.

Isıtılmış sucuk örneklerinde, sucuk hamurunda 6.53-6.70 log kob/g arasında, son üründe (ısıtılmış sucuk sonrası) ise 5.30-6.24 log kob/g arasında değişen düzeylerde TMAB sayısı belirlenmiştir. Bu sayının büyük bir kısmı starter kültürden kaynaklanmaktadır. Ortama laktik asit bakterilerinin hakim olması ile fermentasyon sonunda, uygulama gruplarının tamamında TMAB sayısında artış gözlenmiştir ve TMAB sayısı 8.30-9.73 log kob/g aralığında değişmiştir. Isıtılmış sucuk uygulaması sonrasında ise uygulama gruplarının tamamında TMAB sayısı başlangıç seviyesinin de altına düşmüş ve 5.30-6.24 log kob/g aralığında belirlenmiştir. TMAB sayısına üretim süresinin ve uygulamanın birlikte etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Bu etki üretimin başında uygulama grupları arasında önemsiz ($p>0.01$), ısıtılmış sucuk sonrası KN2, HSK1, HSK2 ve KSK2 grupları arasında önemsiz ($p>0.01$), fakat bu gruplarla diğer gruplar arasında önemli ($p<0.01$) düzeyde düşük olmuştur.

Çizelge 4.25 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıtım sırasında üretim sırasında belirlenen ortalama mikrobiyal sayı (log kob/g)

Süre (Gün)	Deneme Grubu*					
	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1 KSK2
TMAB ^{1, 2, 3 **}						
0	6.67±0.02 ^{Ba}	6.70±0.02 ^{Ba}	6.66±0.01 ^{Ba}	6.64±0.02 ^{Ba}	6.69±0.03 ^{Ba}	6.59±0.02 ^{Ba} 6.53±0.09 ^{Ba}
3	8.30±0.01 ^{Ac}	8.93±0.03 ^{Ab}	9.73±0.01 ^{Aa}	9.42±0.01 ^{Aa}	9.50±0.14 ^{Aa}	9.62±0.04 ^{Aa} 9.01±0.01 ^{Ab}
4	6.24±0.34 ^{Ca}	6.15±0.21 ^{Ca}	5.30±0.00 ^{Cb}	5.60±0.09 ^{Cb}	5.68±0.10 ^{Cb}	6.22±0.02 ^{Ca} 5.39±0.12 ^{Cb}
LAB ^{1, 2, 3 **}						
0	6.63±0.03 ^{Ca}	6.83±0.07 ^{Ba}	6.74±0.02 ^{Ca}	6.62±0.01 ^{Ca}	6.64±0.06 ^{Ca}	6.85±0.01 ^{Ba} 6.81±0.20 ^{Ba}
3	9.88±0.01 ^{Aa}	9.07±0.01 ^{Aa}	9.70±0.11 ^{Aa}	9.49±0.02 ^{Aa}	9.57±0.04 ^{Aa}	9.60±0.02 ^{Aa} 9.27±0.34 ^{Aa}
4	6.91±0.05 ^{Ba}	6.65±0.03 ^{Ca}	6.84±0.30 ^{Ba}	6.85±0.02 ^{Ba}	6.81±0.02 ^{Ba}	6.73±0.07 ^{Ca} 6.70±0.40 ^{Ca}
MSB ^{1, 2, 3 **}						
0	6.04±0.01 ^{Ba}	5.97±0.09 ^{Ba}	6.02±0.03 ^{Ba}	5.95±0.08 ^{Ba}	6.00±0.03 ^{Ba}	6.06±0.03 ^{Ba} 6.06±0.05 ^{Ba}
3	7.35±0.07 ^{Aa}	6.79±0.10 ^{Ab}	7.49±0.01 ^{Aa}	7.51±0.02 ^{Aa}	7.43±0.01 ^{Aa}	7.56±0.02 ^{Aa} 6.97±0.03 ^{Ab}
4	4.74±0.06 ^{Cbc}	5.00±0.00 ^{Ca}	4.69±0.12 ^{Cbc}	5.02±0.03 ^{Ca}	5.09±0.07 ^{Ca}	4.54±0.09 ^{Cc} 4.83±0.18 ^{Cbc}
Enterobacteriaceae ^{1, 2, 3}						
0	3.33±0.01 ^{Ba}	3.42±0.01 ^{Aa}	3.42±0.03 ^{Aa}	3.32±0.03 ^{Ba}	3.39±0.03 ^{Ba}	3.44±0.04 ^{Ba} 3.35±0.00 ^{Ba}
3	4.41±0.03 ^{Aa}	3.28±0.02 ^{Ac}	3.36±0.08 ^{Ac}	4.20±0.01 ^{Aa}	3.85±0.05 ^{Ab}	4.35±0.01 ^{Aa} 4.00±0.03 ^{Aab}
4	2.54±0.09 ^{Ca}	2.02±0.03 ^{Bb}	1.87±0.12 ^{Bc}	2.07±0.16 ^{Cb}	2.36±0.00 ^{Ca}	2.32±0.06 ^{Ca} 2.47±0.34 ^{Ca}

* K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

** TMAB, Toplam mezofil aerobik bakteri sayısı; LAB, Laktik asit bakteri sayısı; MSB, Mikrokok-Stafilokok bakterisi sayısı.

¹ Sonuçlar iki tekrarı ortalaması ± standart sapması olarak verilmiştir.

² Her bir satırda (a,b,c,...→) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

³ Her bir sütunda (A,B,C,...) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

Sucuk hamurunda LAB sayısı 6.62-6.85 log kob/g arasında, son üründe ise 6.65-6.91 log kob/g arasında değişmiştir. 3 gün fermentasyon sonrasında LAB sayısı tüm gruplarda artış göstermiştir. Isıl işlem sonrası ise LAB sayısında 2.4-3.0 logaritmik birim düşüşler gözlenmiştir. Üretim sırasında sucukların LAB sayısına sürenin ve uygulamanın etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Sürenin etkisi her bir grupta her bir üretim periyodunda önemli düzeyde ($p<0.01$) değişmiştir. KN1, KSK1 ve KSK2 örneklerinin LAB sayısı ısıl işlem sonrası başlangıç sayılarının da altına düşerken, diğer gruplarda başlangıç sayısının üzerinde kalmıştır. Her bir üretim periyodunda grupların LAB sayıları arasında ise fark önemli bulunmamıştır ($p>0.01$). Öz vd. (2018), sucuk örneklerinde LAB sayısını, sucuk hamurunda 5.87, fermentasyon sonunda 7.37 ve ısıl işlem uygulaması sonrasında ise 4.96 log kob/g olarak belirlemiştir. Benzer şekilde ısıl işlem uygulamasının sucuk örneklerinde LAB sayısında düşüşe neden olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (Çakır vd. 2013, Kaban ve Bayrak 2015, Armutcu vd. 2020). LAB sayısında literatür verileri arasındaki fark, uygulanan ısıl işlem sıcaklık ve süresinden kaynaklanmaktadır.

Isıl işlem görmüş sucuklarda, sucuk hamurunda MSB sayısı 5.95-6.06 log kob/g arasında, fermentasyon sonrasında 6.79-7.56 log kob/g ve son üründe ise 4.54-5.09 log kob/g arasında değiştiği belirlenmiştir. Isıl işlem görmüş sucukta MSB sayısına sürenin ve uygulamanın birlikte etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Sürenin etkisi her bir üretim aşamasında önemli olurken, başlangıç sayısı fermentasyondan sonra artış şeklinde, ısıl işlem sonrası ise düşüş şeklinde olmuştur. Isıl işlem sonrası MSB sayıları tüm gruplarda 2-3 log düzeylerinde düşmüştür. Bu düşüş en fazla K, KN2, KSK1 ve KSK2 sucuklarında olmuş, bu gruplarla diğer grupların MSB sayıları arasındaki fark önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Öz vd. (2018), sucuk örneklerinde MSB sayısını, sucuk hamurunda 5.25, fermentasyon uygulaması sonunda 5.59 ve ısıl işlem uygulaması sonunda ise 4.02 log kob/g olarak belirlemiştir. Armutcu vd. (2020), ısıl işlem uygulanan sucuk örneklerinde MSB sayısını sucuk hamurunda 4.82, fermentasyon uygulaması sonrasında 5.49 ve ısıl işlem uygulaması sonrasında ise 4.39 log kob/g olarak belirlemiştir. Bu çalışmada başlangıçta ve fermentasyon uygulaması sonrasında MSB sayısının söz konusu çalışmalardan daha yüksek olması, ortama nitrat indirgeyici *Staphylococcus carnosus*'un

ilave edilmesinden kaynaklanmaktadır. Söz konusu çalışmalarda starter kültür olarak sadece laktik asit bakterileri kullanılmıştır.

Sucuk hamurunda *Enterobacteriaceae* sayısı 3.32-3.44 log kob/g arasında, son üründe ise 1.87-2.54 log kob/g arasında değiştiği belirlenmiştir. Fermantasyon uygulaması sonrasında *Enterobacteriaceae* sayısı kimyasal nitrit içeren gruplarda aynı kalırken, nitrat/nitrit içermeyen K grubunda ve bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren gruplarda artış ($p<0.01$) göstermiştir. Bu aşamada en düşük *Enterobacteriaceae* sayısı 3.28 log kob/g ile KN1 grubunda, en yüksek ise 4.41 log kob/g ile K grubunda belirlenmiştir. Isıl işlem uygulaması, uygulama gruplarının tamamında *Enterobacteriaceae* sayısında azalmaya ($p<0.01$) neden olmuştur. Isıl işlem sonrası en düşük *Enterobacteriaceae* sayısı 1.87 log kob/g ile KN2 grubunda, en yüksek ise 2.54 log kob/g ile K grubunda belirlenmiştir. Yüksek düzeyde (150 ppm) kimyasal nitrit ilavesi ve ısıl işlem uygulaması *Enterobacteriaceae* sayısını düşürmede bitkisel nitrat/nitrit kaynaklarından daha etkili olmuştur. Son üründe kimyasal nitrit içeren KN1 ve KN2 gruplarıyla HSK1 grubuyla benzer, HSK2, KSK1 ve KSK2 gruplarında ise bu gruplara göre daha yüksek *Enterobacteriaceae* sayısı belirlenmiştir. Nitrat/nitrit içermeyen K grubuyla HSK2, KSK1 ve KSK2 gruplarının benzer, HSK1 grubunun ise bu gruplardan daha düşük *Enterobacteriaceae* sayısına sahip oldukları belirlenmiştir.

Farklı düzeyde ve farklı nitrit/nitrat kaynağı içeren ısıl işlem görmüş sucuklarda depolama sırasında belirlenen TMAB, LAB, MSB ve *Enterobacteriaceae* bakteri sayıları çizelge 4.26'da toplu olarak verilmiştir. Depolama süresi başlangıcında TMAB sayısı 5.30 log kob/g ile KN2 grubunda, en yüksek sayı ise 6.24 log kob/g K grubunda belirlenmiştir. Depolama sırasında K ve KSK2 gruplarında TMAB sayısı belli bir süre düşüş göstermiş, ancak depolama süresi sonunda tekrar yükselmiştir. KSK1 grubunda ise depolamanın ilk ayı sonuna kadar TMAB sayısı düşüş göstermiş ve bu aşamadan sonra sabit kalmıştır. KN1, KN2, HSK1 ve HSK2 gruplarında ise TMAB sayısı depolama süresi boyunca düşüş göstermiştir. Farklı miktarda ve farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanımının etkisi depolama başlangıcında, depolama süresinin 2 ve 3. aylarında önemli ($p<0.01$), 1. ay sonunda ise önemsiz ($p>0.01$) bulunmuştur. Depolama sonunda ise en düşük TMAB sayısı 2.49 log kob/g ile KN2 grubunda, en yüksek TMAB ise 5.04 log kob/g ile KSK2

Çizelge 4.26 Farklı nitrat/nitrit kaynaklarını farklı düzeylerde içeren ısıtılmış sucuklarda depolama sırasında belirlenen ortalama mikrobiyal sayı (log kob/g)

Süre (Ay)	Sucuk Grubu *						
	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
TMAB ^{1, 2, 3 **}							
0	6.24±0.34 ^{Aa}	6.15±0.21 ^{Aab}	5.30±0.00 ^{Ac}	5.60±0.09 ^{Ac}	5.68±0.10 ^{Abc}	6.22±0.02 ^{Aa}	5.39±0.12 ^{Ac}
1	4.59±0.16 ^{Ba}	4.24±0.34 ^{Ba}	4.69±0.12 ^{Ba}	4.35±0.49 ^{Ba}	4.65±0.07 ^{Ba}	4.54±0.34 ^{Ba}	4.45±0.21 ^{Ba}
2	4.62±0.03 ^{Bd}	4.21±0.19 ^{Bab}	4.52±0.08 ^{Bb}	4.61±0.06 ^{Bc}	4.46±0.12 ^{Bab}	4.65±0.01 ^{Ba}	4.03±0.15 ^{Bbc}
3	4.59±0.03 ^{Bab}	4.14±0.01 ^{Bcd}	4.49±0.05 ^{Bc}	4.72±0.17 ^{Bde}	4.48±0.07 ^{Bc}	4.25±0.01 ^{Bb}	4.04±0.08 ^{Ba}
LAB ^{1, 2, 3 **}							
0	6.91±0.05 ^{Aa}	6.65±0.03 ^{Aa}	6.84±0.30 ^{Aa}	6.85±0.02 ^{Aa}	6.81±0.02 ^{Aa}	6.79±0.07 ^{Aa}	6.70±0.40 ^{Aa}
1	5.22±0.22 ^{Ba}	5.09±0.11 ^{Ba}	5.18±0.08 ^{Ba}	5.19±0.02 ^{Ba}	5.22±0.06 ^{Ba}	5.13±0.02 ^{Ba}	5.13±0.03 ^{Ba}
2	4.49±0.32 ^{Ca}	4.54±0.09 ^{Ca}	4.59±0.16 ^{Ca}	4.24±0.34 ^{Cb}	4.65±0.07 ^{Ca}	4.75±0.13 ^{Ca}	4.60±0.21 ^{Ca}
3	4.42±0.04 ^{Ca}	4.06±0.05 ^{Db}	4.09±0.12 ^{Db}	4.09±0.12 ^{Cb}	4.18±0.09 ^{Dab}	4.18±0.03 ^{Dab}	4.18±0.13 ^{Dab}
MSB ^{1, 2, 3 **}							
0	4.74±0.06 ^{Abc}	5.00±0.00 ^{Aab}	4.69±0.12 ^{Ac}	5.02±0.03 ^{Aab}	5.09±0.07 ^{Aa}	4.54±0.09 ^{Ac}	4.83±0.18 ^{Aabc}
1	4.60±0.03 ^{Aa}	3.42±0.17 ^{Bc}	3.59±0.16 ^{Bde}	3.88±0.21 ^{Bcd}	4.10±0.02 ^{Bbc}	4.23±0.04 ^{Bb}	3.89±0.10 ^{Bc}
2	3.27±0.02 ^{Bb}	3.29±0.02 ^{Bb}	3.21±0.13 ^{Ca}	3.93±0.03 ^{Ba}	3.87±0.04 ^{Ba}	3.77±0.10 ^{Ca}	4.00±0.01 ^{Ba}
3	4.60±0.03 ^{Aa}	3.22±0.11 ^{Bd}	3.06±0.08 ^{Cde}	2.88±0.21 ^{Ce}	3.10±0.02 ^{Cde}	4.22±0.04 ^{Bb}	3.89±0.10 ^{Bc}
Enterobacteriaceae ^{1, 2, 3}							
0	2.54±0.09 ^{Aa}	2.02±0.03 ^{Ac}	1.87±0.12 ^{Ad}	2.07±0.16 ^{Bc}	2.36±0.00 ^{Bb}	2.32±0.06 ^{Ab}	2.47±0.34 ^{Aab}
1	2.41±0.02 ^{Aa}	1.87±0.04 ^{ABd}	1.77±0.10 ^{Ad}	2.09±0.12 ^{Bc}	2.09±0.12 ^{Bc}	2.22±0.20 ^{Abc}	2.26±0.08 ^{ABab}
2	2.37±0.04 ^{Aa}	1.79±0.12 ^{ABd}	1.87±0.05 ^{Ad}	2.28±0.03 ^{Bab}	2.19±0.19 ^{Bbc}	2.31±0.08 ^{Aab}	2.11±0.02 ^{Bc}
3	2.06±0.03 ^{Bc}	1.63±0.04 ^{Bd}	1.72±0.04 ^{Ad}	3.29±0.02 ^{Aa}	3.22±0.06 ^{Aa}	2.17±0.08 ^{Ac}	2.48±0.03 ^{Ab}

* K, Kimyasal ve bitkisel nitrit içermeyen grup; KN1, 75 ppm kimyasal nitrit içeren grup; KN2, 150 ppm kimyasal nitrit içeren grup; HSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; HSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kara havuç suyu konsantresi içeren grup; KSK1, 75 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup; KSK2, 150 ppm nitrite eşdeğer kereviz suyu konsantresi içeren grup.

^{**} TMAB, Toplam mezofil aerobik bakteri sayısı; LAB, Laktik asit bakteri sayısı; MSB, Mikrokok-Stafilokok bakteri sayısı.

¹ Sonuçlar iki tekerrür ortalaması $\pm$ standart sapması olarak verilmiştir.

2 Her bir satırda (a,b,c,... →) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P < 0.01$).

³ Her bir sütunda (A,B,C,...) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P<0.01$).

grubunda belirlenmiştir. Depolama süresi sonunda daha düşük düzeyde kimyasal nitrit içeren KN1 grubuyla HSK1 ve HSK2 grupları benzer, KSK1 ve KSK2 gruplarının ise bu gruplara göre daha yüksek TMAB sayısına sahip oldukları belirlenmiştir. Daha yüksek düzeyde kimyasal nitrit içeren KN2 grubuyla HSK1 grubunun benzer, HSK2, KSK1 ve KSK2 gruplarının söz konusu gruplara göre daha yüksek TMAB sayısına sahip oldukları belirlenmiştir. Nitrat/nitrit kaynağı içermeyen K grubuyla KSK1 ve KSK2 gruplarının benzer, HSK1 ve HSK2 gruplarının ise daha düşük TMAB sayısına sahip oldukları belirlenmiştir.

Isıl işlem görmüş sucukların depolama sırasında LAB sayılarındaki değişime süre ve uygulamanın birlikte etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Sürenin etkisi 0. ve 1. aylar da gruplar arasında önemli olmazken ($p>0.01$), 2. ayda HSK1 diğer gruplardan daha düşük ($p<0.01$), 3. ayda ise K diğer gruplardan daha yüksek ($p<0.01$) LAB sayılarına sahip olmuştur. Depolama boyunca uygulama gruplarının tamamında LAB sayısında düşüş gözlenmiştir. Depolama sonunda en düşük LAB sayısı 4.06 log kob/g ile KN1 grubunda, en yüksek LAB ise 4.42 log kob/g ile K grubunda belirlenmiştir. Depolama sonunda kimyasal nitrit içeren KN1 ve KN2 gruplarıyla, bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren HSK1, HSK2, KSK1 ve KSK2 gruplarında benzer düzeyde LAB sayıları belirlenmiştir. Nitrat/nitrit içermeyen K grubuyla, HSK2, KSK1 ve KSK2 gruplarının benzer, HSK1 grubunun ise daha düşük LAB sayısına sahip olduğu belirlenmiştir.

Depolama başlangıcında MSB sayısı 4.54 log kob/g ile KSK1 grubunda, en yüksek MSB sayısı ise 5.09 log kob/g HSK2 grubunda belirlenmiştir. MSB sayısı depolama boyunca K ve KSK1 gruplarında 2. ay sonuna kadar düştükten sonra tekrar artmıştır. Diğer uygulama gruplarında ise depolama boyunca MSB sayısında düşüş gözlenmiştir. Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanımı depolama süresince örnek alma periyotlarının tamamında MSB sayısı üzerine etkili ($p<0.01$) olmuştur. Depolama sonunda en düşük MSB sayısı 2.88 log kob/g ile HSK1 grubunda, en yüksek MSB ise 4.60 log kob/g ile K grubunda belirlenmiştir. Depolama sonunda düşük düzeyde kimyasal nitrit içeren KN1 grubuyla HSK2 grubunun benzer, KSK1 grubunun daha düşük, KSK1 ve KSK2 gruplarının ise daha yüksek MSB sayısına sahip oldukları belirlenmiştir. Yüksek düzeyde kimyasal nitrit içeren KN2 grubuyla HSK1 ve HSK2 gruplarının benzer

düzeyde, KSK1 ve KSK2 gruplarının ise daha yüksek düzeyde MSB sayısına sahip olduğu belirlenmiştir. Bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren uygulama gruplarının tamamında MSB sayısının, nitrat/nitrit içermeyen K grubundan daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Depolama süresi başlangıcında en düşük *Enterobacteriaceae* sayısı 1.87 log kob/g ile KN2 grubunda, en yüksek *Enterobacteriaceae* sayısı ise 2.54 log kob/g K grubunda belirlenmiştir. Depolama süresi boyunca KN2 ve KSK1 gruplarında *Enterobacteriaceae* sayısında meydana gelen değişim önemsiz ($p>0.01$) bulunmuştur. K, KN1, HSK1 ve HSK2 gruplarında *Enterobacteriaceae* sayısında ilk 2 ay değişim olmazken, depolamanın 3. ayı sonrasında düşüş gözlenmiştir. KSK2 grubunda ise 2. ay sonunda kadar düşüş, 3. ay sonunda ise *Enterobacteriaceae* sayısında artış gözlenmiştir. Farklı düzeyde ve farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanımı depolama süresince örnek alma periyotlarının tamamında *Enterobacteriaceae* sayısı üzerine etkili ($p<0.01$) olmuştur. Depolama sonunda en düşük *Enterobacteriaceae* sayısı 1.63 log kob/g ile KN1 grubunda, en yüksek *Enterobacteriaceae* sayısı ise 3.29 log kob/g ile HSK1 grubunda belirlenmiştir. Depolama sonunda, kimyasal nitrit içeren KN1 ve KN2 gruplarına göre, bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren HSK1, HSK2, KSK1 ve KSK2 gruplarının tamamında *Enterobacteriaceae* sayısının daha yüksek olduğu ($p<0.01$) belirlenmiştir. Nitrat/nitrit kaynağı içermeyen K grubuyla KSK1 grubunun benzer, HSK1, HSK2 ve KSK2 gruplarının ise daha yüksek düzeyde *Enterobacteriaceae* yüküne sahip oldukları belirlenmiştir.

Isıl işlem uygulanan sucuklarda TMAB ve LAB sayısı, ısıl işlem uygulanana kadar artış gösterdiği bildirilmektedir. (Dalmış ve Soyer 2008, Ercoşkun vd. 2010). Söz konusu çalışmalarda ısıl işlem uygulaması TMAB, LAB ve MSB sayılarında düşüşe neden olmuştur. Olgunlaştırma boyunca MSB ve *Enterobacteriaceae* sayısında meydana gelen düşüş genel olarak laktik asit bakterilerinin ortama hakim olmasıyla birlikte oluşturdıkları asitlik nedeniyle pH'nın düşmesi, kurumaya bağlı olarak a_w değerinin düşmesi ve tuz konsantrasyonunun artması ve ortamda bulunan kullanılabilir karbonhidrat kaynağının tükenmesi gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır (Arslan ve Soyer 2018). Dalmış (2007), 3 ay depolama süresi boyunca hem geleneksel fermente sucuklarda hem

de ısıtım işlem görmüş sucuklarda TMAB, LAB ve MSB sayılarında düşüş olduğunu bildirmiştir.

4.2.11 Duyusal değerlendirme sonuçları

Isıtım işlem görmüş çiğ sucuklar üretimden sonra ve depolamanın 1., 2. ve 3. aylarında koku, renk, tat, tekstür ve genel beğeni yönlerinden duyusal olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar çizelge 4.27’de topluca verilmiştir. Çiğ sucuğa ait koku puanları incelendiğinde depolama başlangıcında puan ortalamaları 7.71-8.29 arasında, depolama sonunda ise 6.00-7.37 aralığında değişmiştir. Sucukların koku puanları süreye bağlı olarak azalmasına karşın, sürenin ve uygulamanın etkisi önemli bulunmamıştır ($p>0.01$). Depolama sonunda tüm gruplar yüksek koku puanlarına sahip olmuştur.

Çiğ sucukların renk puan ortalamaları depolama başlangıcında en düşük K grubunda (6.43), en yüksek KN1 (8.21) ve KN2 (8.36) gruplarında belirlenmiştir. Çiğ sucuklara verilen renk puanları da depolama süresinin uzamasıyla düşmüş ancak, 3. ayda K hariç (5.43) tüm gruplar 6.00-7.06 renk ortalamalarına sahip olmuştur. Çiğ sucukların renk puanlarına sürenin ve uygulamanın birlikte etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Renk yönünden en yüksek puanlar 3. ayda KN1 ve KN2 örneklerine verilmiştir. Bitkisel nitrat/nitrit kaynaklarını yüksek düzeyde içeren HSK2 ve KSK2 örnekleri, düşük düzeyde içeren HSK1 ve KSK1 örneklerinden önemli düzeyde ($p<0.01$) daha yüksek renk puanlarına sahip olmuşlardır.

Çiğ sucukların tat puanları incelendiğinde; süre ve uygulamanın birlikte etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Depolama başlangıcında en düşük puana 6.64 ile nitrat/nitrit kaynağı içermeyen K örneklerinin, en yüksek puana ise 7.64 ile KN2, 7.50 ile KSK1 ve 7.43 ile KSK2 örneklerinin sahip olduğu görülmektedir. K ile diğer grupların tat puanları arasındaki fark 0., 2. ve 3. aylarda önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Depolama sonunda KN1, KN2 ve KSK2 sucuklarının renk ortalamaları arasındaki fark önemsiz ($p>0.01$), diğerleri ile aralarındaki fark ise önemli ($p<0.01$) düzeyde olmuştur. Süre uzadıkça tat puanları tüm gruplarda azalmıştır.

Çiğ sucukların tekstür puanlarına sürenin ve uygulamanın birlikte etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. En düşük tekstür puanları her bir depolama periyodunda K örneklerine verilmiş ve diğer gruplarla arasındaki fark önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. En yüksek puanlar depolama başlangıcında, 1. ve 2. aylarda KSK2 sucuklarına verilmiştir ($p<0.01$), 3. ayda ise KNK1 ve KSK2 sucuklarına verilmiştir. Bununla birlikte tüm grupların tekstür puanları kabul sınırının (5 puan) üzerinde olmuştur. Elde edilen sonuçlar hem siyah havuç suyu hem de kereviz suyu konsantrelerinin ısıtma işlemi görmüş sucuklarda, kimyasal nitrit kullanımına benzer düzeyde tekstürel özellikler elde edildiğini göstermektedir. Ayrıca nitrat/nitrit içermeyen K grubunun tekstür puanlarının diğer gruplara göre düşük olması, sucuklarda nitrit kullanımının tekstürel özellikleri geliştirmede önemini tekrar ortaya koymaktadır.

Çiğ sucukların genel beğeni puanları sürenin uzamasıyla giderek azalmıştır. Genel beğeniye süre ve uygulamanın birlikte etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Sürenin etkisi her bir grupta depolama başı ile sonu arasında önemli ($p<0.01$) bulunurken, uygulamanın etkisi depolama başlangıcında gruplar arasında önemsiz ($p>0.01$), 1., 2. ve 3. aylarda K ile diğer gruplar arasında önemli ($p<0.01$) bulunmuş ve K her bir depolama döneminde diğer gruplardan daha düşük genel beğeni puanlarına sahip olmuştur. Depolama sonunda en yüksek genel beğeni puanlarına KN1, KN2 ve KSK2 sucukları sahip olmuştur. Bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuk örneklerinin (özellikle KSK2), kimyasal nitrit içeren sucuklara benzer genel beğeni puanı alması bu sucukların panelistler tarafından da kabul gördüğünü göstermektedir.

Isıtma işlemi görmüş pişmiş sucuklarda depolama sürecinde koku, renk, tat, tekstür ve genel beğeni puanlarına ait sonuçlar çizelge 4.28’de verilmiştir. Pişmiş sucukların koku, renk, tat ve genel beğeni puanlarına süre ve uygulamanın birlikte etkisi önemli ($p<0.01$) bulunurken, tekstür üzerine ne sürenin ve ne de uygulamanın etkisi önemli bulunmamıştır ($p>0.01$). Pişmiş sucuklar koku yönünden çiğ sucuklardan daha düşük puanlar almıştır. Pişmiş sucukların koku özelliğine süre ve uygulamanın birlikte etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ancak bu etki depolama başlangıcında nitrat/nitrit kaynağı içeren gruplar arasında önemsiz ($p>0.01$), K ile KN1, KN2 ve KSK1 grupları arasında önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Depolama sonunda ise nitrit kaynağı içeren sucukların

koku puanları arasındaki fark önemsiz ($p>0.01$), K ile HSK1, HSK2 ve KSK2 grupları arasındaki fark ise önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Pişmiş sucukların renk puanları nitrat/nitrit kaynağı içermeyen K sucuklar hariç tüm sucuk gruplarında depolama süresince kabul sınırlarının üzerinde olmuştur. Bu sonuç, bitkisel nitrat/nitrit kaynaklarının yüksek ve düşük konsantrasyonlarda ilave edildiğinde bile kimyasal nitrit ilave edilen sucuklarla benzer renge sahip olduğunu göstermektedir. Sucukların renk puanlarına sürenin ve uygulamanın birlikte etkisi önemli ($p<0.01$) olmuştur. K sucuklar 2. (4.86) ve 3. (4.57) aylarda diğer gruplardan önemli düzeylerde ($p<0.01$) daha düşük renk puanlarına sahip olmuşlardır.

Pişmiş sucukların tat puanları depolama süresinin uzamasına bağlı olarak çok az değişmiş ve sürenin etkisi her bir grupta tat puanlarını olumsuz etkilememiştir ($p>0.01$). Isıl işlem görmüş pişmiş sucukların tekstür puanlarına uygulamanın ve sürenin etkisi önemli bulunmamıştır ($p>0.01$). Genel beğeni puanları ise her bir depolama döneminde en düşük K örneklerine verilmiş ve diğer gruplarla arasındaki fark önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Pişmiş kontrol sucuklarda 3 ayda genel beğeni puanları 5.14-5.71 aralığında değişirken, nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuklarda 6.50-7.71 aralığında değişmiştir. Bu sonuçlar, ısıtılmış işlem görmüş sucuklar pişirildiğinde bitkisel nitrat/nitrit kaynaklarının duyu özellikleri olumsuz yönde etkilemediğini göstermiştir.

5. SONUÇ

Günümüzde tüketiciler satın alacakları gıdaları tercih ederken çoğunlukla kimyasal katkı maddeleri içermeyen, doğal gıdalara yönelmektedir. Özellikle işlenmiş et ürünleri üzerine yapılan birçok çalışmanın, çoğu sağlık sorunuyla bu ürünler arasındaki ilişkiyi doğrulaması ve özellikle de Uluslararası Kanseri Araştırmaları Enstitüsü işlenmiş et ürünlerini karsinojen (grup 1) olarak sınıflandırması tüketicilerin endişelerini artırmaktadır. Bu durum bu alanda çalışan bilim insanları ve et endüstrisini, daha sağlıklı, gıda güvenliği açısından risk yaratmayan ve üründen beklenen tipik özellikleri yansıtan yeni formülasyonlar geliştirmeye yöneltmiştir.

Bu amaca yönelik olarak ülkemizde en çok sevilen ve tüketilen et ürünlerinden birisi olan sucukta, üretiminde kullanımı zorunlu olan kimyasal nitrit yerine, kereviz ve siyah havuç suyu konsantreleri kullanılmıştır. Bu amaçla kimyasal nitrit alternatifi olarak kullanılan bitkisel kaynakların fermente ve ısıtılmış işlem görmüş sucukların fizikokimyasal, kimyasal, renk, biyojen aminler, aroma, mikrobiyolojik özellikleri ile duyu özellikleri üzerine olan etkisi hem üretim hem de depolama aşamalarında incelenmiştir.

Denemede kullanılan kereviz ve siyah havuç suyu konsantrelerinin üniversiteye ait pilot tesiste hazırlanması, kullanılan bitkisel kaynakların üretimden kullanıma kadar tüm özelliklerinin bilinmesini sağlamıştır. Bitkisel kaynaklar hazırlanırken uygulanan geleneksel konsantre etme yöntemi hem yüksek konsantrasyonda ürün elde etmeyi sağlamış hem de konsantre etme sürecinde uygulanan ısıtılmış işlemin etkisiyle nitratin bir kısmının nitrite dönüşmesi sağlanmıştır. Uygulanan geleneksel konsantre etme işlemi; kereviz ve havuç suyu konsantrelerini sucuklarda kullanırken bazı avantajlar sağlamıştır. Bunlardan en önemlisi, alternatif nitrat/nitrit kaynağı kullanılan diğer çalışmalarda, üretimin başlangıcında starter kültür olarak kullanılan starter kültürün ortama hakim oluncaya ve ortam koşulları *C. botulinum* ve diğer istenmeyen mikroorganizmaların gelişimini minimize edecek düzeye gelinceye kadar gerekli nitrit ihtiyacını karşılayacak herhangi bir uygulama yapmadan sağlamasıdır. Diğer çalışmalarda etkiyi sağlamak amacıyla ya ön fermentasyon işlemi uygulaması yapılmakta veya ürüne ilave edilen nitrati indirgeyen bakterilerin yeterli nitrit oluşmasını sağlayana kadar geçen sürede ürün güvenliği risk

altında olmaktadır. Geleneksel konsantre etmenin sağladığı ikinci avantaj ise, konsantre etme sırasında sıcaklığın etkisiyle sucukların tat, renk ve aromasını olumsuz etkileyebilecek bileşenlerin parçalanması sonucunda konsantreler söz konusu özellikleri minimum düzeyde etkilemiştir. Sucuğa ilave edilen bitkisel kaynak konsantrelerinin hem nitratı hem de nitriti birlikte içermesi, üretim başlangıcında en önemli sorun olan gıda güvenliğini sağlaması ve üretimin ilerleyen aşamalarında ve depolama sırasında ortama ilave edilen nitratı indirgeyen bakterilerin aktivitesi sonucunda kalite özelliklerinin sağlanması için gerekli olan nitrit ihtiyacının uzun süre sağlanmasına imkân vermesi ve bunu gerçekleştirirken de nitrit miktarının yasal düzeylerde kalmasıdır. Özellikle fermente sucuklarda uzun fermentasyon süresinin bir sonucu olarak nitratı indirgeyen starter kültürler aktivitelerine uzun süre devam etmişler ve kalıntı nitrat ve kalıntı nitrit miktarları son üründe ve depolama süresi sonunda oldukça düşük seviyelere inmiştir. Ancak ısıl işlem görmüş sucuklarda fermentasyon süresinin daha kısa olması ve uygulanan ısıl işlem, nitratı indirgeyen bakterilerin aktivitelerini sınırlandırmış ve son ürün ve depolama süresi sonunda kalıntı nitrat miktarının daha yüksek seviyelerde kalmasına neden olmuştur.

Fermente sucuklarda üretim aşamasında bitkisel nitrat/nitrit kullanımının pH değerine etkisi, kimyasal nitrit içeren eşdeğerleriyle benzer düzeyde gerçekleşmiştir. Depolama aşamasında farklı nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuklar arasında dönemsel farklılıklar izlense de, birbirine yakın pH değerleri gözlenmiştir. Isıl işlem görmüş sucuklarda ise hem üretim hem de depolama aşamalarında bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuklarda kimyasal nitrit içeren eşdeğerleriyle benzer veya daha düşük pH değeri belirlenmiştir. Fermente sucuklarda CIE L^* , a^* ve b^* değerleri; bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuklarla kimyasal nitrit içeren sucuklar arasında örnek alma aşamalarında farklılıklar ortaya çıksa da çoğu aşamada benzer değerler gözlenmiştir. Kereviz ve siyah havuç suyu konsantresi içeren sucuklarda renk değerleri hem duyusal olarak hem de analitik olarak üretim ve depolama aşamalarında kabul edilebilir düzeyde kalmıştır ve renk değerlerini depolama sonuna kadar korumayı başarmıştır. Isıl işlem görmüş sucuklarda bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuklarla kimyasal nitrit içeren sucuklarda benzer L^* değeri gözlenirken, daha düşük a^* değeri belirlenmiştir. Ancak depolama aşamasında her iki grup arasında benzer a^* değeri belirlenmesi, sucuklarda en önemli kalite kriterlerinden

olan kırmızılığı korumada, bitkisel nitrat/nitrit kaynaklarının başarısını ortaya koymuştur. Duyusal değerlendirme sonuçları bu durumu desteklemektedir. Isıl işlem görmüş sucuklarda hem üretim hem de depolama aşamalarında bitkisel nitrat/nitrit kaynaklarında, kimyasal nitrit içeren sucuklarla benzer veya daha düşük b^* değeri belirlenmiştir. Fermente sucuklarda, ısıl işlem görmüş sucuklara göre üretim aşamasında daha yüksek L^* , daha düşük a^* ve benzer b^* değeri; depolama aşamasında ise benzer L^* , daha yüksek a^* ve b^* değeri gözlenmiştir.

Fermente ve ısıl işlem görmüş sucuklarda, bitkisel nitrat/nitrit içeren sucuklarda hem kür pigmenti hem de toplam pigment miktarları kimyasal nitrit içeren sucuklarla benzer düzeyde belirlenmiştir. Bitkisel nitrat/nitrit kaynakları hem kür pigmenti hem de toplam pigment miktarlarını üretim ve depolama aşamalarında kabul edilebilir seviyede tutmayı başarmıştır. Isıl işlem görmüş sucuklarda uygulama grupları arasında kür pigmenti oluşumunda istatistiksel olarak fark belirlenmese de bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuklarda kür pigmenti oluşumu daha düşük seviyelerde kalmıştır. Isıl işlem görmüş sucuklarda fermente sucuklara göre üretim ve depolama aşamalarında daha fazla kür pigmenti oluşumu gözlenmiştir. Toplam kür pigmenti miktarı üretim aşamasında ısıl işlem görmüş sucuklarda daha fazla düzeyde belirlenirken, depolama aşamasında fermente sucuklarla benzer düzeyde belirlenmiştir.

Fermente sucuklarda bitkisel nitrat/nitrit içeren sucuklar üretim aşamasında TBA değerini kimyasal nitrit içeren eşdeğerleriyle benzer seviyede tutsalar da depolama süresi sonunda söz konusu sucuklarda kimyasal nitrit içeren sucuklara kıyasla daha yüksek düzeyde TBA değeri belirlenmiştir. Bu durum muhtemelen bitkisel nitrat/nitrit içeren sucuklarda ortamda nitritin tükenmesi ve ortam koşulları dolayısıyla nitratı indirgeyen bakterilerin aktivitelerinin durması veya yavaşlamasından dolayı dönüşümün oldukça sınırlı kalmasından kaynaklanmış olabilir. Isıl işlem görmüş sucuklarda bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuklarda, kimyasal nitrit içeren sucuklarla hem üretim hem de depolama aşamalarında benzer düzeyde TBA değeri belirlenmiştir. Üretim aşamasında ısıl işlem görmüş sucuklarla, fermente sucuklarda benzer TBA değeri belirlenirken, depolama aşaması sonunda fermente sucuklarda daha yüksek düzeyde TBA değeri belirlenmiştir.

Fermente ve ısıt ışlem görmüş sucuklarda ortama ilave edilen nitrat/nitrit miktarıyla oluşan biyojen amin miktarı arasında doğrudan bir ilişki kurulamaması, mevcut sucuk örneklerinde biyojen amin oluşumunda nitrat/nitrit dışında kalan diğer faktörlerin daha ön planda olduğu fikrine yol açmaktadır. Fermente ve ısıt ışlem görmüş sucuklarda aroma analizinde elde edilen sonuçlara göre sucukların aromasının oluşumunda en önemli etkenin ortama ilave edilen nitrat/nitrit miktarından çok formülasyona giren baharatlar olduğu görülmektedir. Bu durum ortama ilave edilen nitrat/nitrit kaynağının sucukların aroması üzerine olan katkısını sınırlandırmaktadır. Ancak gerek üretim gerekse de depolama aşamalarında bitkisel nitrat/nitrit kaynakları kimyasal eşdeğerleriyle benzer şekilde aroma maddelerinin benzer düzeyde korunmasına katkı sağlamıştır. Isıt ışlem görmüş sucuklarda fermentasyon süresinin daha kısa olması daha düşük düzeyde biyojen amin oluşumuyla sonuçlanmıştır.

Fermente sucuklarda üretim aşamasında bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuklarda, kimyasal nitrit içeren sucuklara benzer TMAB ve MSB, daha düşük LAB ve daha yüksek *Enterobacteriaceae* sayıları belirlenmiştir. Bu durum siyah havuç ve kereviz kaynaklı nitrat/nitritin LAB gelişimini teşvik etmede ve istenmeyen *Enterobacteriaceae* gelişimini düşürmede yetersiz kaldığını göstermektedir. Bu eksikliğin nedeni yapılacak araştırmalarla belirlenerek, alternatif doğal antimikrobiyal bileşenler kullanılarak giderme yoluna gidilebilir. Bu durum; nitrat/nitrit dışında kalan diğer faktörlerden kaynaklanabilmektedir (hammaddeye bağlı hijyenik koşullar gibi). Üretim aşamasında ısıt ışlem görmüş bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucuklarda, kimyasal nitrit içeren sucuklara göre; benzer veya yüksek TMAB ve MSB sayısı, benzer ya da daha düşük LAB sayısı ve fermente sucuklarda olduğu gibi daha yüksek *Enterobacteriaceae* sayısı belirlenmiştir. *Enterobacteriaceae* sayısındaki artış, depolama sürecinde de devam etmiştir. Isıt ışlem görmüş sucuklarda, uygulanan ısıt ışlemin etkisi sonucunda, fermente sucuklara göre daha düşük TMAB, LAB, MSB ve *Enterobacteriaceae* yükü belirlenmiştir.

Fermente ve ısıt ışlem görmüş sucukların duyuasal değerlendirme sonuçlarına göre siyah havuç ve kereviz suyu konsantresi içeren sucuklar, kimyasal nitrit içeren sucuklara benzer şekilde panelistler tarafından benzer duyuasal puan almışlar ve benzer düzeyde kabul

görmüşlerdir. Bu durum göstermektedir ki kereviz ve siyah havuç suyu konsantrelerinin sucukta kullanımı panelistler tarafından tat, renk, koku ve tekstür özellikleri bakımından olumsuz bir etki göstermemektedir ve kabul görmektedir.

Kereviz ve havuç suyu konsantresi kullanılarak üretilen sucuklar, analitik olarak ölçülen özellikler bakımından, mikrobiyolojik açıdan ve duyuşsal açıdan, kimyasal nitrit içeren sucuklarla benzer özelliklere sahiptir. Aynı zamanda Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından incelenen özellikler bakımından belirlenen standartla uyum göstermektedirler. Bu çalışmada, kereviz ve siyah havuç suyu konsantresi içeren sucukların tamamı 3 aylık depolama süresinin sonuna kadar kalite ve tüketim özelliklerini korumuş ve panelistler tarafından incelenen özellikler bakımından kabul edilir düzeyde puan almışlardır.

Fermente ve ısıt işlemleri görmüş, kereviz ve siyah havuç suyu konsantreleri kullanılarak üretilen sucuklar da; değerlendirme yapan panelistler tarafından kimyasal nitrit içeren eşdeğerleriyle benzer duyuşsal değerlendirme puanı almaları, üretim ve tüketim aşamalarında teknolojik ve duyuşsal olarak herhangi bir olumsuz etkiye yol açmamaları ve öngörülen depolama süresi sonuna kadar bu özelliklerini korumaları başlangıçta hedeflenen sonuçlara ulaşıldığını göstermektedir. Elde edilen sonuçlar kereviz ve siyah havuç suyu konsantrelerinin, kimyasal nitrite alternatif olarak kullanılma potansiyellerini ortaya koymuştur.

Bitkisel nitrat/nitrit kaynağı içeren sucukların, özellikle ısıt işlemleri görmüş sucuklarda kalıntı nitrat miktarının fazla olması, ortamda bulunan nitrat indirgeyen bakterilerin faaliyeti sonucunda kalıntı nitrit miktarının artmasına ve nitrozaminlerin oluşma ihtimalini artıracaktır. Yapılacak çalışmalarla bunun ortaya konulması, bitkisel kaynakların kullanımının ürün güvenliği üzerine etkisi hakkında daha fazla bilgi verecektir. Ayrıca kereviz ve siyah havucun bazı bireylerde alerjen etki gösterebileceği de göz önünde bulundurulmalı ve bu konuda gerekli bilgilendirilmelerin yapılmasına dikkat edilmelidir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, ileri aşamada yapılacak çalışmalara artı ve eksi yönleri ile yol göstermesi açısından önem taşımaktadır. Ayrıca ülkemizde bu alanda yapılacak yasal düzenlemelere alt yapı oluşturulmasına da katkı sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

- Aberle, E.D., Forrest, J.C., Gerrard, D.E., Mills, E.W., Hedrick, H.B., Judge, M.D. ve Merkel, R.A. 2001. Principles of meat science (4th ed). Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt.
- Acton, J.C. ve Dick, R.L. 1977. A research note; Composition of some commercial dry sausages. *Journal of Food Science*, 41, 971-972.
- Acton, J.C. ve Keller, J.E. 1974. Effect of fermented meat pH on summer sausage properties. *Journal of Milk and Food Technology*, 37(11), 570-576.
- Ahn, D.U., Olson, D.G., Jo, C., Chen, X., Wu, C. ve Lee, J.I. 1998. Effect of muscle type, packaging, and irradiation on lipid oxidation, volatile production, and color in raw pork patties. *Meat Science*, 47(1), 27-39.
- Ahn, H.J., Kim, J.H. ve Jo, C. 2002. Reduction of carcinogenic N-nitrosamines and residual nitrite in model system sausage by irradiation. *Journal of Food Science*, 67, 1370-1373.
- Alahakoon, A. U., Jayasena, D. D. ve Ramachandra, S. C. 2015. Alternatives to nitrite in processed meat: Up to date. *Trends in Food Science and Technology*, 45(1), 37-49.
- Alfaia, C.M., Gouveia, I.M., Fernandes, M.H., Fernandes, M.J., Semedo-Lemsaddek, T. Barreto, A.S. ve Fraqueza, M.J. 2018. Assessment of coagulase-negative Staphylococci and lactic acid bacteria isolated from Portuguese dry fermented sausages as potential starters based on their biogenic amine profile. *Journal of Food Science*, 83(10), 2544-2549.
- Alvarez, M.A. ve Moreno-Arribas, M.V. 2014. The problem of biogenic amines in fermented foods and the use of potential biogenic amine-degrading microorganisms as a solution. *Trends in Food Science and Technology*, 39(2), 146-155.
- Ames, J.M., Guy, R.C.E. ve Kipping, G.J. 2001. Effect of pH and temperature on the formation of volatile compounds in cysteine/reducing sugar/starch mixtures during extrusion cooking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 1885-1894.
- Anonim, 2013. Tarım ve Orman Bakanlığı, Türk Gıda Kodeksi, Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği.
- Anonim, 2018. Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2018/52).
- Ansorena, D., Gimeno, O., Astiasaran, I. ve Bello, J. 2001. Analysis of volatile compounds by GC-MS of a dry fermented sausage: chorizo de pamplona. *Food Research International*, 34, 67-75.

- Ansorena, D., Montel, M.C., Rokka, M., Talon, R., Eerola, S., Rizzo, A. Raemaekers, M. ve Demeyer, D. 2002. Analyses of biogenic amines in northern and southern European sausages and role of flora in amine production. *Meat Science*, 61, 141-147.
- AOAC, 1998. *Bacteriological Analytical Manual*, 8th ed, A.O.A.C. International, Gaithersburg, MD.
- AOAC, 2000. *Official Methods of Analysis*, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Williams, S., Ed., Arlington, VA.
- Archer, D.L. 2002. Evidence that ingested nitrate and nitrite are beneficial to health. *Journal of Food Protection*, 65, 872-875.
- Armutcu, Ü., Hazar, F.Y., Oral, Z.F.Y., Kaban, G. ve Kaya, M. 2020. Effects of different internal temperature applications on quality properties of heat-treated sucuk during production, *Journal of Food Processing and preservation*, 44, e14455.
- Arslan, B. ve Soyer, A. 2018. Effects of chitosan as a surface fungus inhibitor on microbiological, physicochemical, oxidative and sensory characteristics of dry fermented sausages. *Meat Science*, 145, 107-113.
- Artık, N., Poyrazoğlu, E.S., Şimşek, A., Kadakal, Ç. ve Karakacier, M. 2002. Enzimatik yöntemlerle bazı sebze ve meyvelerde nitrat düzeyinin belirlenmesi. *Gıda*, 27(1), 5-13.
- Axelsson, L. 1998. *Lactic acid bacteria: Classification and Physiology*. S. Salmier, A. von Wright (Eds.), *Lactic acid bacteria: Microbiology and Functional Aspects* (2nd ed.), Marcel Dekker, New York, pp. 1-72
- Ayhan, K., Kolsarici, N. ve Özkan, G.A. 1999. The effect of starter culture on the formation of biogenic amines in Turkish soudjoucks. *Meat Science*, 53, 183-188.
- Bacus, J. 2006. Natural ingredients for cured and smoked meats. In *Proceedings of the 59th reciprocal meat conference* (pp. 77-78), June 18-21, 2006. Champaign-Urbana, IL, USA.
- Bardocz, S. 1995. Polyamines in food and their consequences for food quality and human health. *Trends in Food Science and Technology*, 6, 341-346.
- Becker, M.E., Westermann, S., Hansson, M. and Skibsted, L.H. 2012. Parallel enzymatic and non-enzymatic formation of zinc protoporphyrin IX in pork. *Food Chem.*, 130, 832-840.
- Bednar, C. ve Kies, C. 1994. Nitrate and vitamin-C from fruits and vegetables-impact of intake variations on nitrate and nitrite excretions of humans. *Plant Foods for Human Nutrition*, 45(1), 71-80.
- Beltran, E., Pla, R., Yuste, J. ve Mormur, M. 2003. Lipid oxidation of pressurized and cooked chicken: role of sodium chloride and mechanical processing on TBARS and hexanal values. *Meat Science*, 64, 19-25.
- Benedict, R.C. 1980. Biochemical basis for nitrite inhibition of *Clostridium botulinum* in cured meat. *Journal of Food Protection*, 43, 877-891.

- Benito, M.A.J., Rodriguez, M., Martin, A., Aranda, E. ve Cordoba, J.J. 2004. Effect of the fungal protease EPg222 on the sensory characteristics of dry fermented sausage "salchichón" ripened with commercial starter cultures. *Meat Science*, 67(3), 497-505.
- Berdague, J.L., Bonnaud, N., Rousset, S. ve Touraille, C. 1993. Influence of pig crossbreed on the composition volatile compound content and flavour of dry cured ham. *Meat Science*, 34, 119-129.
- Berdague, J.L., Denoyer, C., Le Quere, J.L. ve Semon, E. 1991. Volatile components of dry-cured ham. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 39, 1257-1261.
- Berlitz, H.D. ve Grosch, W. 1999. *Food chemistry* (2nd ed.). Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Bertol, T.M., Fiorentini, A.M., dos Santos, M.J.H., Sawitzki, M.C., Kawski, V.L., Agnes, I.B.L. ve dos Lopes, L.S. 2012. Rosemary extract and celery-based products used as natural quality enhancers for colonial type salami with different ripening times. *Food Science and Technology (Campinas)*, 32(4), 783-792.
- Binkerd, E.F. ve Kolari, O.E. 1975. The history and use of nitrate and nitrite in the curing of meat. *Food and Cosmetics Toxicology*, 13, 655-661.
- Blackwell, B. 1963. Hypertensive crises due to monoamine oxidase inhibitors *Lancet*, 2, pp. 849-851.
- Bover-Cid, S., Hugas, M., Izquierdo-Pulido, M. ve Vidal-Carou, M.C., 2001d. Amino-acid decarboxylase activity of bacteria isolated from fermented pork sausages. *International Journal of Food Microbiology*, 66, 185-189.
- Bover-Cid, S., Hugas, M., Izquierdo-Pulido, M. ve Vidal-Carou, M.C., 2000b. Reduction of biogenic amine formation using a negative amino acid decarboxylase starter culture for fermentation of fuet sausages. *Journal of Food Production*, 63(2), 237-243.
- Bover-Cid, S., Izquierdo-Pulido, M. ve Vidal-Carou, M. 1999b. Effects of proteolytic starter cultures of *Staphylococcus* spp. On biogenic amine formation during the ripening of dry fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology*, 46, 95-104.
- Bover-Cid, S., Izquierdo-Pulido, M. ve Vidal-Carou, M. 2000a. Changes in biogenic amine and polyamine content in slightly fermented sausages manufactured with and without sugar. *Meat Science*, 57, 215-221.
- Bover-Cid, S., Izquierdo-Pulido, M. ve Vidal-Carou, M.C. 2001b. Effect of the interaction between a low tyramine-producing *Lactobacillus* and proteolytic staphylococci on biogenic amine production during ripening and storage of dry sausages. *International Journal of Food Microbiology*, 65, 113-123.
- Bover-Cid, S., Izquierdo-Pulido, M. ve Vidal-Carou, M.C. 2001c. Changes in biogenic amine and polyamin contents in slightly fermented sausages manufactured with and without sugar. *Meat Science*, 57, 215-221.

- Bover-Cid, S., Miguelez-Arrizado, M.J. ve Vidal-Carou, M.C. 2001a. Biogenic amine accumulation in ripened sausages affected by the addition of sodium sulphide. *Meat Science*, 59, 391-396.
- Bover-Cid, S., Schoppen, S., Izquierdo-Pulido, M. ve Vidal-Carou, M. 1999a. Relationship between biogenic amine contents and the size of dry fermented sausages. *Meat Science*, 51,305-311.
- Bozkurt, H. 2002. Effect of some storage conditions and additives on quality and stability of sucuk (Turkish dry-fermented sausage). Doktora Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 219, Gaziantep.
- Bozkurt, H. 2006. Utilization of natural antioxidants: Green tea extract and *Thymra spicata* oil in Turkish dry-fermented sausage. *Meat Science*, 61, 442-450.
- Bozkurt, H. ve Bayram, M. 2006. Colour and textural attributes of sucuk during ripening. *Meat Science*, 73, 344-350.
- Bozkurt, H. ve Erkmén, O. 2002. Formations of biogenic amines in Turkish style sausage during ripening and storage periods. *Journal of Food Quality*, 25, 317-332.
- Bozkurt, H. ve Erkmén, O. 2004. Effect of nitrate/nitrite on the quality of sausage (sucuk) during ripening and storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(3), 279-286.
- Brink, B., Damink, C., Joosten, H.M.L.J. ve Huis in't Veld, J.K.J. 1990. Occurrence and formation of biologically active amines in foods. *International Journal of Food Microbiology*, 11, 73-84.
- Buncic, S., Paunovic, Lj., Teodorovic, V., Radisic, D., Vojinovic, G., Smiljanic, D. ve Baltic, M. 1993. Effects of Gluconodeltalactone and *Lactobacillus plantarum* on the production of histamine and tyramine in fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology*, 17, 303-309.
- Cammack, R., Joannou, C.L., Cui, X.Y., Martinez, C.T., Maraj, S.R. ve Hughes, M.N. 1999. Nitrite and nitrosyl compounds in food preservation. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1411, 475-488.
- Campo, M.M., Nute, G.R., Wood, J.D., Elmore, S.J., Mottram, D.S. ve Enser, M. 2003. Modelling the effect of fatty acids in odour development of cooked meat in vitro: part I-sensory perception. *Meat Science*, 63(3), 367-375.
- Cantoni, C., Bersani, C., Damenis, L. ve Comi, G. 1994. Ammine biogene negli insaccati crudi stagionati. *Industrie Alimentari*, 23, 1239-1243.
- Cantoni, C., Berretta, G. ve Bianchi, M.A. 1978. Ammonia, nitrites and nitrates in sodium chloride. *Arch Veter Ital.*, 29(5/6), 166-167.
- Casaburi, A., Aristoy, M.-C., Cavella, S., Monaco, R., Ercolini, D. ve Toldra, F. 2007. Biochemical and sensory characteristics of traditional fermented sausages of Vallo di Diano (Southern Italy) as affected by the use of starter cultures. *Meat Science*, 76, 295-307.

- Casaburi, A., Blaiotta, G., Mauriello, G., Pepe, P. ve Villani, F. 2005. Technological activities of *Staphylococcus carnosus* and *Staphylococcus simulans* strains isolated from fermented sausages. *Meat Science*, 71, 643-650.
- Cassens, R.G. 1997a. Nitrite-Cured Meat: A food safety issue in perspective. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Cassens, R.G. 1997b. Residual nitrite in cured meat. *Food Tech.*, 51(2), 51-53.
- Cassens, R.G., Greaser, M.L. ve Lee, M. 1979. Reactions of nitrite in meat. *Food Technology*, 33, 46-57.
- Chasco, J., Lizaso, G. ve Beriain, M.J. 1996. Cured colour development during sausage processing. 1996. *Meat Science*, 44(3), 203-211.
- Chen, X., Li, J.P., Zhou, T., Li, J.C., Yang, J.N. ve Chen, W.H. 2016. Two efficient nitrite-reducing *Lactobacillus* strains isolated from traditional fermented pork (Nanx Wudl) as competitive starter cultures for Chinese fermented dry sausage. *Meat Science*, 121, 302-309.
- Choi, Y., Kim, T., Jeon, K., Park, J., Kim, H. ve Hwang, K. 2017. Effects of preconverted nitrite from red beet and ascorbic acid on quality characteristics in meat emulsions. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 37, 288-296.
- Cornforth, D.P. ve Jayasingh, P. 2004. Colour and Pigment. In *Encyclopedia of Meat Sciences*. Jensen, W.K., Devine, C. ve Dikeman, M. (Eds.) Elsevier Ltd., Oxford, U.K.
- Coşkun, Ö., Ertas, A.H. ve Soyer, A. 2010. The effect of processing method and storage time on constituents of Turkish sausages (sucuk). *Journal of Food Processing and Preservation*, 34, 125-135.
- Coughlin, J.R. 2006. Update on International Agency for Research on Cancer monograph on ingested nitrite and nitrate. *Proceedings Meat Ind Res Conf.*, American Meat Science Association, Savoy, IL.
- Çakir, M. A., Kaya, M., ve Kaban, G. 2013. Effect of heat treatment on the volatile compound profile and other qualitative properties of sucuk. *Fleischwirtschaft International*, 5, 69-74.
- Çolak, H. ve Uğur, M. 2002. Farklı muhafaza sıcaklığı ve süresinin fermente sucuklarda biyogen aminlerin oluşumu üzerine etkisi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26, 779-784.
- Dalmış, Ü. 2007. Sucukta üretim ve depolama sırasında meydana gelen mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişimler. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 155s, Ankara.
- Dalmış, Ü. ve Soyer, A. 2008. Effect of processing methods and starter culture (*Staphylococcus xylosus* and *Pediococcus pentosaceus*) on proteolytic changes in Turkish sausages (sucuk) during ripening and storage. *Meat Science*, 80, 345,354.

- De Maere, H., De Mey, E., Dewulf, L., Fraeye, I., Chollet, S. ve Paelinck, H. 2014. Influence of pH on (zinc)protoporphyrin IX formation in dry fermented sausages assessed using a fast screening method. Proc. 60th ICOMST. Punte Del Este, Uruguay.
- De Mey, E., De Klerck, K., De Maere, H., Dewulf, L., Derdelinckx, G., Peeters, M.C., Fraeye, I., Heydenb, Y.V. ve Paelinck, H. 2014. The occurrence of N-nitrosamines, residual nitrite and biogenic amines in commercial dry fermented sausages and evaluation of their occasional relation. Meat Science, 96, 821-828.
- Dethmers, A.E., Rock, H., Fazio, I. ve Johnston, R.W. 1975. Effect of added sodium nitrite and sodium nitrate on sensory qualities and nitrosamine formation in thuringer sausage. Journal of Food Science, 40(3), 491-495.
- Dethmers, A.E., ve Rock, H. 1975. Effect of added sodium nitrite and sodium nitrate on sensory quality and nitrosamine formation in thuringer sausage. Journal of Food Science, 40, 491-495.
- Di Cagno, R., Lopez, C.C., Tofalo, R., Gallo, G., De Angelis, M., Paparella, A., Hammes, W.P. ve Gobbetti, M. 2008. Comparison of the compositional, microbiological, biochemical and volatile profile characteristics of three Italian PDO fermented sausages. Meat Science, 79, 224-235.
- Dierick, N., Vandekerchove, P. ve Demeyer, D. 1974. Changes in nonprotein nitrogen compounds during dry sausage ripening. Journal of Food Science, 39, 301-304.
- Djeri, N. ve Williams, S.K. 2014. Celery juice powder used as nitrite substitute in sliced vacuum-packaged turkey bologna stored at 4°C for 10 weeks under retail display light. Journal of Food Quality, 37, 361-370.
- Drabik-Markiewicz, G., Dejaegher, B., Ey, E.D.M., Kowalska, T., Paelinck, H. ve Van der Heyden, Y. 2011. Influence of putrescine, cadaverine, spermidine or spermine on the formation of N-nitrosamine in heated cured pork meat. Food Chemistry, 126, 1539-1545.
- Durlu-Özkaya, F., Ayhan, K. ve Vural, N., 2001. Biogenic amines produced by *Enterobacteriaceae* isolated from meat products. Meat Science, 58, 163-166.
- Eakes B.D. ve Blumer, T.N. 1975. Effects of various levels of potassium-nitrate and sodium nitrite on color and flavor of cured loins and country-style hams. Journal of Food Science, 40, 977-980.
- Edwards, S.T. ve Sandine, W.E. 1981. Public health significance of amines in cheese. Journal of Dairy Science, 64, 2431-2438.
- Eerola, S., Hinkkanen, R., Lindfors, E. ve Hirvi, T. 1993. Liquid chromatographic determination of biogenic amines in dry sausages. Journal of AOAC International, 76(3), 575-577.
- Eerola, S., Roig-Sagues, A.X., Lilleberg, L. ve Aalto, H. 1997. Biogenic amines in dry sausages during shelf-life storage. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung A, 205, 351-355.

- Eisinaite, V., Tamkute, L., Vinauskiene, R. ve Leskauskaite, D. 2020. Freeze-dried celery as an indirect source of nitrate in cold-smoked sausages: Effect on safety and color formation. *LWT-Food Science and Technology*, 129, 109586.
- Ekici, K. ve Omer, A.K. 2018. The determination of some biogenic amines in Turkish fermented sausages consumed in Van. *Toxicology Reports*, 5, 639-643.
- Ekici, L., Ozturk, I., Karaman, S., Caliskan, O., Tornuk, F., Sagdic, O. ve Yetim, H. 2015. Effects of black carrot concentrate on some physicochemical, textural, bioactive, aroma and sensory properties of sucuk, a traditional Turkish dry-fermented sausage. *LWT-Food Science and Technology*, 62, 718-726.
- Elmore, J.S., Campo, M.M., Enser, M. ve Mottram, D.S. 1999. Effect of lipid composition on meat-like model systems containing cysteine, ribose, and polyunsaturated fatty acids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(5), 1126-1132.
- Ensoy, Ü. 2004. Hindi sucuğu üretiminde starter kültür kullanımı ve ısıtma işlemi uygulanmasının ürün karakteristikleri üzerine etkisi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 138s., Ankara.
- Ercoşkun, H. 2006. Isıtma işlemi uygulanarak üretilen sucukların bazı kalite özelliklerine fermentasyon süresinin etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 120s., Ankara.
- Ercoşkun, H. ve Özkal, S.G. 2011. Kinetics of traditional Turkish sausage quality aspects during fermentation. *Food Control*, 22, 165-172.
- Ercoşkun, H., Çon, A. ve Gökalp, H.Y. 2000. Biyojenik aminler ve gıdalarda mikroorganizmalarca üretimi. *Standard*, 457, 56-61.
- Ercoşkun, H., Tağı, Ş. ve Ertaş, A.H. 2010. The effect of different fermentation intervals on the quality characteristics of heat-treated and traditional sucuks. *Meat Science*, 85, 174-181.
- Ergezer, H., Kaya, H.I., ve Şimşek, Ö. 2018. Antioxidant and antimicrobial potential of artichoke (*Cynara scolymus* L.) extract in beef patties. *Czech Journal of Food Sciences*, 36(2), 154-162.
- Erkkilä, S., 2001. Bioprotective and probiotic meat starter cultures for the fermentation of dry sausages. Ph.D. Dissertation. Department of Food Technology. University of Helsinki.
- Eskandari, M.H., Hosseinpour, S., Mesbahi, G. ve Shekarforoush, S. 2013. New composite nitrite-free and low-nitrite meat-curing systems using natural colorants. *Food Science and Nutrition*, 1, 392-401.
- European Food Safety Authority (EFSA). 2003. Opinion of the scientific panel on biological hazards on the request from the commission related to the effects of nitrites/nitrates on the microbiological safety of meat products. *EFSA Journal*, 14(1), 1-31.

- European Food Safety Authority (EFSA). 2011. Scientific opinion on risk based control of biogenic amine formation in fermented foods. Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). EFSA Journal, 9(10), 2393-2486.
- Fernandez, J., Perez-Alvarez, J.A. ve Fernandez-Lopez, J.A. 1997. Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat. Food Chemistry, 59, 345-353.
- Fernández, M., Flóres, A.B., Linares, D.M., Mayo, B. ve Alvarez, M.A. 2006. Early PCR detection of tyramine-producing bacteria during cheese production. Journal of Dairy Research, 73, 18-21.
- Fernandez-Lopez, J., Sendra, E., Sayas-Barbera, E., Navarro, C. ve Perez-Alvarez, J.A. 2008. Physico-chemical and microbiological profiles of “salchichon” (Spanish dry-fermented sausage) enriched with orange fiber. Meat Science, 80, 410-417.
- Fernandez-Lopez, J., Viuda-Martos, M., Sendra, E., Sayas-Barbera, E., Navarro, C. ve Perez-Alvarez, J.A. 2007. Orange fiber as potential functional ingredient for dry-cured sausages. European Food Research and Technology, 226, 1-6.
- Flores, M. 2018. Understanding the implications of current health trends on the aroma of wet and dry cured meat products. Meat Science, 144, 53-61.
- Flores, M., Grimm, C.C., Toldrá, F. ve Spanier, A.M. 1997. Correlations of sensory and volatile compounds of Spanish Serrano dry-cured ham as a function of two processing times. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45, 2178-2186.
- Frank, D., Ball, A., Hughes, J., Krishnamurthy, R., Piyasiri, U., Stark, J., Watkins, P. ve Warner, R. 2016. Sensory and flavor chemistry characteristics of Australian beef: influence of intramuscular fat, feed, and breed. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 64, 4299-4311.
- Frankel, E.N. 1991. Recent advances in lipid oxidation. Journal of the Science of Food and Agriculture, 54, 495-500.
- Gardini, F., Martuscelli, M., Caruso, M.C., Galgano, F., Crudele, M.A., Favati, F., Guerzoni, M.E. ve Suzzi, G. 2001. Effect of pH, temperature and NaCl concentration on the growth kinetics, proteolytic activity and biogenic amine production of *Enterococcus faecalis*. International Journal of Food Microbiology, 64, 105-117.
- Gardini, F., Martuscelli, M., Crudele, M.A., Paparella, A. ve Suzzi, G. 2002. Use of *Staphylococcus xylosus* as a starter culture in dried sausages: effect on the biogenic amine content. Meat Science, 61, 275-283.
- Gardini, F., Tofalo, R., Belletti, N., Iucci, L., Suzzi, G., Torriani, S., Guerzoni, M. E., ve Lanciotti, R. 2006. Characterization of yeasts involved in the ripening of Pecorino Crotonese cheese. Food Microbiology, 23, 641-648.
- Gençcelep, H. 2006. Sucuk üretiminde değişik starter kültürler ve farklı nitrit seviyelerinin biyojen amin oluşumu üzerine etkileri. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 130s, Erzurum.

- Gençcelep, H., Kaban, G. Aksu, M.İ., Öz, F. ve Kaya, M. 2008. Determination of biogenic amines in sucuk. Food Control, 19, 868-872.
- Georgiev, V.G., Weber, J., Kneschke, E.M., Denev, P.N., Bley, T. ve Pavlov, A.I. 2010. Antioxidant activity and phenolic content of betalain extracts from intact plants and hairy root cultures of the red beetroot *Beta vulgaris* cv. detroit dark red. Plant Foods for Human Nutrition, 65, 105-111.
- Gipe, A. 2012. Investigation of quality attributes and inhibition of foodborne pathogens in "no-nitrate or nitrite-added" bacon. Ph.D. Department of Animal Science, The Pennsylvania State University, 113p., University Park, PA.
- Gladwin, M.T., Schechter, A.N., Kim-Shapiro, D.B., Patel, R.P., Hogg, N., Shiva, S., Cannon 3rd, R.O., Kelm, M., Wink, D.A., Espey, M.G., Oldfield, E.H., Pluta, R.M., Freeman, B.A., Lancaster Jr., J.R., Feelisch, M. ve Lundberg, J.O. 2005. The emerging biology of the nitrite anion. Nature Chemical Biology, 1, 308-314.
- Gök, V. 2006. Antioksidan kullanımının fermente sucukların bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 136p., Ankara.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y. ve Zorba, Ö. 1993. Et ve Et Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniv., Ziraat Fak., Yayın no. 318, 287 s., Erzurum.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M. ve Zorba, Ö., 1999. Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 786, 3. baskı, Erzurum. 561s.
- Gray, J., MacDonald, I.B., Pearson, A.M. ve Morton, I.D. 1981. Role of nitrite in cured meat flavor: a review. Journal of Food Protection, 44, 302-312.
- Gücükoğlu, A. 2007. Türk fermente sucuğunda farklı starter kültür ve olgunlaşma sıcaklıklarının biyogen amin oluşumu üzerine etkisi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, 130, Ankara.
- Ha, S.R., Choi, J.S. ve Jin, S.K. 2015. The physicochemical properties of pork sausages with red beet powder. Journal of Life Science, 25, 896-902.
- Halasz, A., Barath, A., Simon-Sarkadi, L. ve Holzapfel, W. 1994. Biogenic amines and their production by microorganisms in food. Trends in Food Science and Technology, 5, 42-49.
- Hamm, R. 1960. Biochemistry of meat hydration. Advances in Food Research. 10, 355-463.
- Heinerman, J. ve Anderson, G. 2001. Salt: Nature's fifth element. Chico, CA: Ocean Press International.
- Hernandez-Jover, T., Izqueirido-Pulido, M., Veciana-Nagues, M.T., Marine-Font, A. ve Vidal-Carou, M.C., 1997b. Biogenic amine and polyamine contents in meat meat products. Journal Agricultural Food Chemistry, 45, 2098-2102.

- Hernandez-Jover, T., Izquierdo-Pulido, M., Veciana-Nagues, M.T., Marine-Font, A. ve Vidal-Carou, M.C., 1997a. Effect of starter cultures on biogenic amine formation during fermented sausage production. *Journal of Food Production*, 60(7), 825-830.
- Herrador, M.A., Sayago, A., Rosales, D. ve Asuero, A.G. 2005. Analysis of a sea salt from the Mediterranean Sea. *Alimentaria*, 360, 85-90.
- Hildrum, K.I. 1975. Formation of nitrosamines from the nitrosation of spermine and spermidine. Cornval: Oregon State University.
- Honikel, K.O. 2004. Curing agents. In *Encyclopedia of Meat Sciences*. W.K. Jensen, C. Devine and M. Dikeman (Eds). Elsevier Ltd., Oxford, U.K.
- Honikel, K.O. 2008. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science*, 78, 68-76.
- Honikel, K.O. 2014. Chemical Analysis For Specific Components|Curing Agents. In C. Devine (Ed.), *Encyclopedia of meat Sciences* (pp. 200-205). (2nd ed.). Oxford: Academic Press.
- Hornsey, H.C. 1956. The colour of cooked cured pork. 1. Estimation of the nitric oxide-heam pigments. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 7, 534-540.
- Horsch, A.M. 2013. The effect of pH and nitrite concentration on the antimicrobial impact of celery juice compared with sodium nitrite on *Listeria monocytogenes*. M.S. Department of Meat Science; Food Science and Technology, Iowa State University, 66p., Ames, IA.
- Horsch, A.M., Sebranek, J.G., Dickson, J.S., Niebuhr, S.E., Larson, E.M., Lavieri, N.A. ve Wilson, L.A. 2014. The effect of pH and nitrite concentration on the antimicrobial impact of celery juice concentrate compared with conventional sodium nitrite on *Listeria monocytogenes*. *Meat Science*, 96, 400-407.
- Hospital, X.F., Carballo, J., Fernandez, M., Arnau, Jaciant, Gratacos, M. ve Hierro, E. 2015. Technological implications of reducing nitrate and nitrite levels in dry fermented sausages: Typical microbiota, residual nitrate and nitrite and volatile profile. *Food Control*, 57, 275-281.
- Hotchkiss, J.H. ve Parker, R.S. 1990. Toxic compounds produced during cooking and meat processing. In: *Meat and health, advances in meat research*, pp. 105-134. Pearson, A.M. and Dutson, T.R., Eds., Elsevier Science Pub., Essex.
- Hsu, J., Arjot, J. ve Lee, N.A. 2009. Nitrate and nitrite quantification from cured meat and vegetables and their estimated dietary intake in Australians. *Food Chemistry*, 115(1), 334-339.
- Huang, L., Zeng, X., Sun, Z., Wu, A., He, J., Dang, Y. ve Pan, D. 2020. Production of a safe cured meat with low residual nitrite using nitrite substitutes. *Meat Science*, 162, 108027.

- Hunt, M.C., Acton, J.C., Benedict, R.C., Calkins, C.R., Cornforth, D.P., Jeremiah L.E., Olson, D.G., Salm, C.P., Savel, J.W. ve Shivas, S.D. 1991. Guidelines for meat color evaluation. In: 44th Annual Reciprocal Meat Conference: 1991 June 9-12; Manhattan, KS, Chicago, IL; National Livestock and Meat Board. P 3-17.
- Hustad, G.O., Cervený, J.H., Trenk, H., Deibel, R.H., Kautter, D.A., Fazio, T., Johnston, R.W. ve Kolari, O.E. 1973. Effect of sodium nitrite and sodium nitrate on botulinal toxin production and nitrosamine formation in wieners. *Applied Microbiology*, 26, 22-26.
- Huxel, E., Scanlan, R. ve Libbey, L. 1974. Formation of nitrosopyrrolidine from pyrrolidine ring containing compounds at elevated temperatures. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 22, 698-700.
- Hwang, K.E., Kim, T.K., Kim, H.K., Seo, D.H., Kim, Y.B., Jeon, K.H. ve Choi, Y.S. 2018. Effect of natural pre-converted nitrite sources on color development in raw and cooked pork sausage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31, 1358-1365.
- Jackson, A.L., Kulchaiyawat, C., Sullivan G.A., Sebranek, J.G. ve Dickson, J.S. 2011. Use of natural ingredients to control growth of *Clostridium perfringens* in naturally cured frankfurters and hams. *Journal of Food Protection*, 74(3), 471-424.
- Jantawat, P., Runglerdkriangkrai, J. ve Thunpithayakul, C. 1993. Effects of initial nitrite level, heating and storage on residual nitrite and spoilage of canned ham roll. *Journal of Food Quality*, 16, 1-11.
- Jin, S.K., Choi, J.S., Moon, S.S., Jeong, J.Y. ve Kim, G.D. 2014. The assessment of red beet as a natural colorant, and evaluation of quality properties of emulsified pork sausage containing red beet powder during cold storage. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 34, 472-481.
- Jin, S.K., Choi, J.S., Yang, H.S., Park, T.S. ve Yim, D.G. 2018. Natural curing agents as nitrite alternatives and their effects on the physicochemical, microbiological properties and sensory evaluation of sausages during storage. *Meat Science*, 146, 34-40.
- Kaban, G. 2007. Geleneksel olarak üretilen sucuklardan laktik asit bakterileri ile katalaz pozitif kokların izolasyonu-identifikasyonu, üretimde kullanılabilme imkanları ve uçucu bileşikler üzerine etkileri. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 101, Erzurum.
- Kaban, G. 2010. Volatile compounds of traditional Turkish dry fermented sausage (sucuk). *International Journal of Food Properties*, 13, 525-534.
- Kaban, G. ve Bayrak, D. 2015. The effects of using turkey meat on qualitative properties of heat-treated sucuk. *Czech Journal of Food Sciences*, 33(4), 377-383.

- Kaban, G. ve Kaya, M. 2009. Effects of *Lactobacillus plantarum* and *Staphylococcus xylosum* on the quality characteristics of dry fermented sausage "sucuk". Journal of food Science, 74 (1), 58-63.
- Karabudak, E. 2003. Etlerdeki demir bileşenlerinin lipid oksidasyonu üzerine etkisi. Gıda, 28(2), 195-201.
- Kawahara, Y., Nakamura, M., Sakagami, I. ve Suzuki, Y. 2006. Technical paper Bright Red Color Formation of Cooked Pork Loin Cured with Lactic Acid Bacteria Starter Culture without Adding Nitrite During Low-Temperature Storage. Journal of Food Science and Technology, 12, 101-107.
- Kaya, M. ve Kaban, G. 2016. Fermented meat products. In N. Aran (Ed.), Food Biotechnology (6th ed., pp. 157-190). İstanbul, Turkey: Nobel Publishing.
- Kayaard, S. ve Gök, V. 2003. Effect of replacing beef fat with olive oil on quality characteristics of Turkish soudjouk (sucuk). Meat Science, 66, 249-257.
- Keeton, J.T., Osburn, W.N., Hardin, M.D., Bryan, N.S. ve Longnecker, M.T. 2012. A national survey of the nitrite/nitrate concentrations in cured meat products and nonmeat foods available at retail. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 60, 3981-3990.
- Kilic, B., Cassens, R.G. ve Borchert, L.L. 2001. Influence of turkey meat on residual nitrite in cured meat products. Journal of Food Protection, 64(2), 235-239.
- Kiralan, M., Bayrak, A., Abdulaziz, O. F. ve Ozbucak, T. 2012. Essential oil composition and antiradical activity of the oil of Iraq plants. Natural Product Research, 26(2), 132-139.
- Komprda, T., Neznalova, J., Standara, S. ve Bover-Cid, S. 2001. Effect of starter culture and storage temperature on the content of biogenic amines in dry fermented sausages. Meat Science 59, 267-276.
- Komprda, T., Sladkova, P. ve Dohnal, V. 2009. Biogenic amine content in dry fermented sausages as influenced by a producer, spice mix, starter culture, sausage diameter and time of ripening. Meat Science, 83, 534-542.
- Komprda, T., Smela, D., Pechova, P., Kalhotka, L., Stencl, J. ve Klejdus, B. 2004. Effect of starter culture, spice mix and storage time and temperature on biogenic amine content of dry fermented sausages. Meat Science, 67, 607-616.
- Korkmaz, A., Hayaloglu, A.A. ve Atasoy, A.F. 2017. Evaluation of the volatile compounds of fresh ripened *Capsicum annum* and its spice pepper (dried red pepper flakes and isot). LWT-Food Science and Technology, 84, 842-850.
- Krause B.L., Sebranek, J.G., Rust, R.E. ve Mendonca, A. 2011. Incubation of curing brines for the production of ready-to-eat, uncured, no-nitrite-or-nitrate-added ground, cooked and sliced ham. Meat Science, 89, 507-513.
- Kuhnlein, H.V. 1980. The trace element content of indigenous salts compared with commercially refined substitutes. Ecology of Food and Nutrition, 10(2), 113-121.

- Kurt, Ş. 2006. Sucuğun bazı özellikleri ve biyojen amin oluşumu üzerinde fermentasyon süresi, nitrit seviyesi ve ısıtma işlem sıcaklığı etkisi. Doktora Tezi, Van Yüzüncüyıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 99, Van.
- Kurt, Ş. ve Zorba, Ö. 2009. The effects of ripening period, nitrite level and heat treatment on biogenic amine formation of “sucuk”-A Turkish dry fermented sausage. *Meat Science*, 82, 179-184.
- Kurt, Ş. ve Zorba, Ö. 2010. Biogenic amine formation in Turkish dry fermented sausage (sucuk) as affected by nisin and nitrite. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90, 2669-2674.
- Ladero, V., Calles-Enriquez, M., Fernández, M. ve Alvarez, M.A. 2010. Toxicological effects of dietary biogenic amines. *Current Nutrition and Food Sciences*, 6, 145-156.
- Latorre-Moratalla, M.L., Veciana-Nogues, T., Bover-Cid, S., Garriga, M., Aymerich, T., Zanardi, E., Ianieri, A., Fraqueza, M.J. Patarata, L., Drosinos, E.H., Laukova, A., Talon, R. ve Vidal-Carou, M.C. 2008. Biogenic amines in traditional fermented sausages produced in selected European countries. *Food Chemistry*, 107, 912-921.
- Leroy F., Verluyten, J. ve De Vuyst, L. 2006. Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 106(3), 270-285.
- Li, P., Kong, B., Chen, Q., Zheng, D. ve Liu, N. 2013b. Formation and identification of nitrosylmyoglobin by *Staphylococcus xylosus* in raw meat batters: a potential solution for nitrite substitution in meat products. *Meat Science*, 93, 67-72.
- Lijinsky, W. ve Epstein, S.S. 1970. Nitrosamines as environmental carcinogens. *Nature*, 225, 21-23.
- Linares, D. M., Martín, M. C., Ladero, V., Álvarez, M. A. ve Fernández, M. 2011. Biogenic amines in dairy products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51, 691-703.
- Linares, D.M., Del Rio, B., Ladero, V., et al. 2012. Factors influencing biogenic amines accumulation in dairy products. *Frontiers in Microbiology*, 3, 180.
- Lorenz, O. 1978. Potential Nitrate Levels In Edible Plants. D. Neilson, J. MacDonald (Eds.), *Nitrogen in the Environment. Soil-Plant-Nitrogen Relationship*, vol. 2, Academic Press, New York, pp. 201-219
- Lucke FK. 1998. Fermented sausages. In: Wood BJB, editor. *Microbiology of fermented foods*. London, U.K.: Blackie Academic and Professional. p 441-83.
- MacDonald, B., Gray, J.I. ve Gibbins, L.N. 1980c. Role of nitrite in cured meat flavor: antioxidant role of nitrite. *Journal of Food Science*, 45, 893-897.
- MacDonald, B., Gray, J.I., Kakuda, Y. ve Lee, M.L. 1980b. Role of nitrite in cured meat flavor: chemical analysis. *Journal of Food Science*, 45, 889-892.

- MacDonald, B., Gray, J.I., Stanley, D.W. ve Usborne, W.R. 1980a. Role of nitrite in cured meat flavor: sensory analysis. *Journal of Food Science*, 45, 885-888, 904.
- MacDougall, D.B., Mottram, D.S. ve Rhodes, D.N. 1975. Contribution of nitrite and nitrate to the colour and flavour of cured meats. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 26, 1743-1754.
- Magrinyà, N., Bou, R., Tres, A., Rius, N., Codony, R. ve Guardiola F. 2009. Effect of tocopherol extract, *Staphylococcus carnosus* culture, and celery concentrate addition on quality parameters of organic and conventional dry-cured sausages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 8963-8972.
- Maijala, R., Eerola, S., Lievonen, S., Hill, P. ve Hirvi, T. 1995. Formation of biogenic amines during ripening of dry sausages as affected by starter culture and thawing time of raw material. *Journal of Food Science*, 60(6), 1187-1190.
- Marco, A., Navarro, J.L. ve Flores, M. 2006. The influence of nitrite and nitrate on microbial, chemical and sensory parameters of slow dry fermented sausage. *Meat Science*, 73, 660-673.
- Marten, S., ve Harms, J. 2004. Determination of Nitrite and Nitrate in Fruit and Vegetable Juices by UV Detection. Application Book, Germany: Knauer GmbH. pp. 23-24.
- Masson, F., Eclache, L. Compete, T., Talon, C. ve Montel, C. 2006. Screening of microbial strains producing amines and isolated from meat products. In *Proceedings of the 42nd International Congress of Meat Science and Technology* (pp. 546-547), 1-6 September 1996, Lillehammer, Norway.
- McCabe-Sellers, B.J., Staggs, C.G. ve Bogle, M.L. 2006. Tyramine in foods and monoamine oxidase inhibitor drugs: a crossroad where medicine, nutrition, pharmacy, and food industry converge. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 58-65.
- Meynier, A., Novelli, E., Chizzolini, R., Zanardi, E. ve Gandemer, G. 1999. Volatile compounds of commercial Milano salami. *Meat Science*, 51, 175-183.
- Milkowski, A., Garg, H.K., Coughlin, J.R. ve Bryan, N.S. 2010. Nutritional epidemiology in the context of nitric oxide biology: A risk–benefit evaluation for dietary nitrite and nitrate. *Nitric Oxide*, 22(2), 110-119.
- Milkowski, A.L. 2006. The controversy about sodium nitrite. *Proceedings of International Meat Industry Conference*, American Meat Science Association, Savoy, IL.
- Min, B., Nam, K.C., Cordray, J. ve Ahn, D.U. 2008. Endogenous factors affecting oxidative stability of beef loin, pork loin and chicken breast and thigh meats. *Journal of Food Science*, 73, 439-446.
- Møller, J.K.S. ve Skibsted, L.H.. 2002. Nitric oxide and myoglobins. *Chemical Reviews*, 102, 1167-1178.
- Montel, M.C., Masson, F. ve Talon, R. 1998. Bacterial role in flavor development. *Meat Science*, 49, 111-113.

- Montel, M.C., Masson, F. ve Talon, R. 1999. Comparison of biogenic amine content in traditional and industrial French dry sausages. *Sciences des Aliments*, 19, 247-254.
- Morita, H., Sakata, R. ve Nagata, Y. 1998. Nitric oxide complex of iron (III) myoglobin converted from metmyoglobin by *Staphylococcus xylosus*. *Journal of Food Science*, 63, 352-355.
- Morrissey, P.A. ve Techivangana, J.Z.. 1985. The antioxidant activities of nitrite and nitrosylmyoglobin in cooked meats. *Meat Science*, 14, 175-190.
- Mottram, D.S. 1998. Flavour formation in meat and meat products: A review. *Food Chemistry*, 62(4), 415-424.
- Muguerza, E., Fista, G., Ansorena, D., Astiasaran, I. ve Bloukas, J.G. 2002. Effect of fat level and partial replacement of pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, 61, 397-404.
- Muriel, E., Antequera, T., Petron, M.J., Andres, A.I. ve Ruiz, J. 2004. Volatile compounds in Iberian dry-cured loin. *Meat Science*, 68, 391-400.
- Myers, K., Cannon, J., Montoya, D., Dickson, J., Lonergan, S. ve Sebranek, J. 2013. Effects of high hydrostatic pressure and varying concentrations of sodium nitrite from traditional and vegetable-based sources on the growth of *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat (RTE) sliced ham. *Meat Science*, 94(1), 69-76.
- Naila, A., Flint, S., Fletcher, G., Bremer, P. ve Meerdink, G. 2010. Control of biogenic amines in food-existing and emerging approaches. *Journal of Food Science*, 75(7), 139-150.
- Nakamura, M., Katoh, K. ve Kawabata, T. 1981. Precursors to Nitrosopyrrolidine and nitrosopiperidine in black pepper treated with nitrous acid. *Agricultural and biological chemistry Tokyo*, 45, 1257-1259.
- National Academy of Sciences. 1981. The Health Effects of Nitrate, Nitrite and N-nitroso Compounds. National Academy Press, Washington, D.C.
- National Academy of Sciences. 1982. Alternatives to the Current Use of Nitrite in Foods. National Academy Press, Washington, D.C.
- Newberne, P.M. 1979. Nitrite promotes lymphoma incidence in rats. *Science*, 204, 1079.
- Noel, P., Briand, E. ve Dumont, J.P. 1990. Role of nitrite in flavour development in uncooked cured meat products: Sensory assessment. *Meat Science*, 28, 1-8.
- O'Donnell, V.B., Chumley, P.H., Hogg, N., Bloodsworth, A., Darley-USmar, V.M. ve Freeman, B.A. 1997. Nitric oxide inhibition of lipid peroxidation: Kinetics of reaction with lipid peroxyl radicals and comparison with α -tocopherol. *Biochemistry*, 36, 15216-15223.
- Olesen, P.T., Meyer, A.S. ve Stahnke, L.H. 2004. Generation of flavour compounds in fermented sausages-the influence of curing ingredients, *Staphylococcus* starter culture and ripening time. *Meat Science*, 66, 675-687.

- Olivares, A., Navarro, J.L. ve Flores, M. 2009. Establishment of the contribution of volatile compounds to the aroma of fermented sausages at different stages of processing and store. *Food Chemistry*, 115, 1464-1472.
- Olivares, A., Navarro, J.L. ve Flores, M. 2011. Effect of fat content on aroma generation during processing of dry fermented sausages. *Meat Science*, 87, 264-273.
- Ordonez, J.A., Hierro, E.M., Bruna, J.M. ve Hoz, L. 1999. Changes in the components of dry-fermented sausages during ripening. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 39, 329-367.
- Ozkara, K.T., Amanpour, A., Guclu, G., Kelebek, H. ve Selli, S. 2019. GC-MS-Olfactometric differentiation of aroma-active compounds in Turkish heat-treated sausages by application of aroma extract dilution analysis. *Food Analytical Methods*, 12, 729-741.
- Ozturk, I. 2015. Antifungal activity of propolis, thyme essential oil and hydrosol on natural mycobiota of sucuk, a Turkish fermented sausage: monitoring of their effects on microbiological, color and aroma properties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39, 1148-1158.
- Öz, E., Kabil, E., Kaban, G. ve Kaya, M. 2018. Effect of autochthonous *Pediococcus acidilactici* on volatile profile and some properties of heat-treated sucuk. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42, e13752.
- Özdemir, H., Soyer, A. ve Kurt, E., 2009. Meyve lifilavesinin sucuğun kalite özelliklerine etkisi. *Dünya Gıda*, 5, 79-84.
- Öztaş, A., 1999. Et Bilimi ve Teknolojisi. Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayın No: 19, Ankara. 341 s.
- Papadima, S.N. ve Bloukas, J.G. 1999. Effect of fat level and storage conditions on quality characteristics of traditional Greek sausages. *Meat Science*, 51, 103-113.
- Parente, E., Martuscelli, M., Gardini, F., Grieco, S., Crudele, M.A. ve Suzzi, G. 2001. Evolution of microbial populations and biogenic amine production in dry sausages produced in Southern Italy. *Journal of Applied Microbiology*, 90, 882-891.
- Parolari, G., Benedini, R. ve Toscani, T. 2009. Color formation in nitrite-free dried hams as related to Zn-protoporphyrin IX and Zn-chelatase activity. *Journal of Food Science*, 74, C413-418.
- Paulsen, P., Bauer, F. ve Vali, S. 1997. Biogenic amines in fermented sausage. 1. Methods for the determination of biogenic amines. *Fleischwirtschaft.*, 77, 450-452.
- Pegg, R.B., and Shahidi, F. 2000. Nitrite Curing of Meat. The N-Nitrosamine Problem and Nitrite Alternatives. Trumbull, CT: Food and Nutrition Press, Inc.
- Pereira, C.I., Barreto-Crespo, M.T. ve San Romao, M.V. 2001. Evidence for proteolytic activity and biogenic amines production in *Lactobacillus curvatus* and *L. homohiochii*. *International Journal of Food Microbiology*, 68, 211-216.

- Perez-Alvarez, J.A., Sayes-Barbare, M.E., Fernandez-Lopez, J. ve Aranda-Catala, V. 1999. Physicochemical characteristics of Spanish type dry-cured sausage. *Food Research International*, 32, 599-607.
- Pérez-Rodríguez, M.L., Bosch-Bosch, N. ve Garcíá-Mata, M. 1996. Monitoring nitrite and nitrate residues in frankfurters during processing and storage. *Meat Science*, 44, (1-2), 65-73.
- Peters, J.M., Preston-Martin, S., London, S.J., Bowman, J.D., Buckley, J.D. ve Thomas, D.C. 1994. Processed meats and risk of childhood leukemia. *Cancer Causes and Control*, 5, 195-202.
- Pexara, E.S., Metaxopoulos, J. ve Drosinos, E.H. 2002. Evaluation of shelf life of cured, cooked, sliced turkey fillets and cooked pork sausages-‘piroski’-stored under vacuum and modified atmospheres at +4 and +10°C. *Meat Science*, 62, 33-43.
- Pichner, R., Hechelmann, H., Steinrueck, H. ve Gareis, M. 2006. Shigatoxin producing *Escherichia coli* (STEC) in conventionally and organically produced salami products. *Fleischwirt.*, 86(10), 112-114.
- Pierson, M.D., ve Smooth, L.A. 1982. Nitrite, nitrite alternatives, and the control of *Clostridium botulinum* in cures meats. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 17, 141-187.
- Pinotti, A., Graiver, N., Califano, A. ve Zaritzky, N. 2001. Diffusion of nitrite and nitrate salts in pork tissue in the presence of sodium chloride. *Journal of Food Science*, 67, 2165-2171.
- Posthuma, J.A., Rasmussen, F.D. ve Sullivan, G.A. 2018. Effects of nitrite source, reducing compounds, and holding time on cured color development in a cured meat model system. *LWT-Food Science and Technology*, 95, 47-50.
- Preston-Martin, S. ve Lijinsky, W. 1994. Cured meats and childhood cancer (Letters to the Editor). *Cancer Causes and Control*, 5, 484-485.
- Preston-Martin, S., Pogoda, J.M., Mueller, B.A., Holly, E.A., Lijinsky, W. ve Davis, R.L. 1996. Maternal consumption of cured meats and vitamins in relation to pediatric brain tumors. *Cancer Epidemiology*, 5, 599-605.
- Prusa K.J. ve Kregel, K.K. 1985. Effect of muscle type and sodium tripolyphosphate on residual nitrite, pH, color and instron measurements of turkey frankfurters. *Poultry Science*, 64, 2165-2170.
- Ramirez, R. ve Cava, R. 2007. Volatile profiles of dry-cured meat products from three different Iberian x duroc genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 1923-1931.
- Rauscher-Gabernig, E., Grossgut, R., Bauer, F. ve Paulsen, P. 2009. Assessment of alimentary histamine exposure of consumers in Austria and development of tolerable levels in typical foods. *Food Control*, 20, 423-429.
- Redfield, A.L. ve Sullivan, G.A. 2015. Effects of conventional and alternative curing methods on processed turkey quality traits. *Poultry Science*, 94, 3005-3014.

- Riazi, F., Zeynail, F., Hoseini, E. ve Behmadi, H. 2016. Effect of dry red grape pomace as a nitrite substitute on the microbiological and physicochemical properties and residual nitrite of dry-cured sausage. *Nutrition and Food Sciences Research*, 3, 37-44.
- Riddell, D.R., Graham, A. ve Owen, J.S. 1997. Apolipoprotein E inhibits platelet aggregation through the L-arginine: Nitric oxide pathway. Implications for vascular disease. *The Journal of Biological Chemistry*, 272(1), 89-95.
- Riel, G., Boulaaba, A., Popp, J. ve Klein, G. 2017. Effects of parsley extract powder as an alternative for the direct addition of sodium nitrite in the production of mortadella-type sausages- Impact on microbiological, physicochemical and sensory aspects. *Meat Science*, 131, 166-175.
- Rodríguez-González, M., Fonseca, S., Centeno, J.A. ve Carballo, J. 2020. Biochemical changes during the manufacture of Galician chorizo sausage as affected by addition of autochthonous starter cultures. *Foods*, 9, DOI: 10.3390/foods9121813 1-24.
- Roig-Sagués, A.X. ve Eerola, S. 1997. Biogenic amines in meat inoculated with *Lactobacillus sake* starter strains and an amine-positive lactic acid bacterium. *Zitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung A*, 205, 227-231.
- Roig-Sagués, A.X., Hernández-Herrero M., López-Sabater, E.I., Rodriguez-Jerez, J.J. ve Mora-Ventura M.T. 1999. Microbiological events during the elaboration of “fuet”, a Spanish ripened sausages. Relationships between the development of histidine- and tyrosine-decarboxylase-containing bacteria and pH and water activity. *European Food Research and Technology*, 209, 108-112.
- Roig-Sagués, A.X., Molina, A.P. ve Hernández-Herrero, M.M. 2002. Histamine and tyramine-forming microorganisms in Spanish traditional cheeses. *European Food Research and Technology*, 215, 96-100.
- Romans, J.R., Costello, W.J., Carlson, C.W., Greaser, M.L. ve Jones K.W. 2001. *The meat we eat*. Interstate Publishers, Inc., Danville, IL.
- Ruiz, J., Muriel, E. and Ventanas, J. 2002. The Flavour of Iberian Ham. In: F. Toldra (Ed.), *Research advances in the quality of meat and meat products*. Trivandrum, India: Research Signpost.
- Ruiz, J., Ventanas, J., Cava, R., Andres, A. ve Garcia, C. 1999. Volatile compounds of dry cured Iberian ham as effected by the length of the curing process. *Meat Science*, 52, 19-27.
- Ruiz-Capillas, C. ve Jimenez-Colmenero, F. 2004. Biogenic amines in meat and meat products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44, 489-499.
- Ruiz-Capillas, C., Herrero, A.M., Triki, M. ve Jimenez-Colmenero, F. 2017. Biogenic amine formation in reformulated cooked sausage without added nitrite. *Journal of Nutritional Medicine and Diet Care*, 3(1), 20-26.
- Saldamlı, İ. 2017. *Gıda Kimyası* (6. Baskı). Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 682s, Ankara.

- Sanz, Y., Vila, R., Toldra, F., Nieto, P. ve Flores, J. 1997. Effect of nitrate and nitrite curing salts on microbial changes and sensory quality of rapid ripened sausages. *International Journal of Food Microbiology*, 37, 225-229.
- Saputro, E., Bintoro, V.P. ve Pramono, Y.B. 2016. Color, pigment and residual nitrite of dendengsapi naturally cured at various level of celery leaves and incubation temperatures. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 41(2), 99-105.
- Sarasua, S. ve Savitz, D.A. 1994. Cured and broiled meat consumption in relation to childhood cancer: Denver, Colorado (United States). *Cancer Causes and Control*, 5, 141-148.
- Schmidt, S. ve Berger, R.G. 1998. Aroma compounds in fermented sausages of different origins. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 31, 559-567.
- Sebranek J.G. 1979. Advances in the technology of nitrite use and consideration of alternatives. *Food Technology*, 33, 58-93.
- Sebranek, J. ve Fox, J.B. 1985. A review of nitrite and chloride chemistry: Interactions and implications for cured meats. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 36, 1169-1182.
- Sebranek, J.G. ve Bacus, J.N. 2007. Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues? *Meat Science*, 77, 136-147.
- Sebranek, J.G., Jackson-Davis, A.L., Myers, K.L. ve Lavieri, N.A. 2012. Beyond celery and starter culture: Advances in natural/organic curing processes in the United States. *Meat Science*, 92, 267-273.
- Shahidi, F. 1998. *Flavor of Meat, Meat Products and Sea Foods*. Blackie Academic and Professional, London.
- Shahidi, F. ve Pegg, R.B. 1992. Nitrite-free meat curing systems: Update and review. *Food Chemistry*, 43, 185-191.
- Shahidi, F. ve Pegg, R.B. 1994. Hexanal as an indicator of meat flavor deterioration. *Journal of Food Lipids*, 1, 177-186.
- Shahidi, F., Pegg, R.B. ve Shamsuzzaman, K. 1991. Color and oxidative stability of nitrite-free cured meat after gamma irradiation. *J. Food Sci.*, 56, 1450-1452.
- Shahidi, F. ve Hong, C. 1991. Evaluation of malonaldehyde as a marker of oxidative rancidity in meat products. *Journal of Food Biochemistry*, 15, 97-105.
- Shalaby, A.R. 1996. Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Research International*, 29(7), 675-690.
- Shin, D.M., Hwang, K.E., Lee, C.W., Kim, T.K., Park, Y.S. ve Han, S.G. 2017. Effect of Swiss Chard (*Beta vulgaris* var. *cicla*) as nitrite replacement on color stability and shelf-life of cooked pork patties during refrigerated storage. *Korean Journal for Food Science and Animal Resources*, 37, 418-428.
- Silla Santos, M.H. 1996. Biogenic Amines: their importance in foods. *International Journal of Food Microbiology*, 29, 213-231.

- Sindelar, J.J. 2006. Investigating uncured no nitrate or nitrite added processed meat products. Doctor of Philosophy. Iowa State University, Meat Science, 247p, Ames, Iowa.
- Sindelar, J.J. 2014. Curing Natural and Organic Cured Meat Products in the United States. In C. Devine (Ed.), Encyclopedia of Meat Sciences (pp. 430–435). (2nd ed.). Oxford: Academic Press.
- Sindelar, J.J., Cordray, J.C., Olson, D.G., Sebranek, J.G. ve Love J.A. 2007c. Investigating quality attributes and consumer acceptance of uncured, no-nitrate/nitrite-added commercial hams, bacons, and frankfurters. Journal of Food Science, 72(8), 551-559.
- Sindelar, J.J., Cordray, J.C., Sebranek, J.G., Love, J.A. ve Ahn, D.U. 2007a. Effects of vegetable juice powder concentration and storage time on some chemical and sensory quality attributes of uncured, emulsified cooked sausages. Journal of Food Science, 72(5), 324-332.
- Sindelar, J.J., Cordray, J.C., Sebranek, J.G., Love, J.A. ve Ahn, D.U. 2007b. Effects of varying levels of vegetable juice powder and incubation time on color, residual nitrate and nitrite, pigment, pH, and trained sensory attributes of ready-to-eat uncured meat. Journal of Food Science, 72(6), 388-395.
- Skibsted, L.H. 2011. Nitric oxide and quality and safety of muscle based foods. Nitric Oxide, 24, 176-183.
- Skjelkvåle, R. ve Tjaberg, T.B. 1974. Comparison of salami sausage produced with and without addition of sodium nitrite and sodium nitrate. Journal of Food Science, 39, 520-524.
- Smith, J.S., Kenney, P.B., Kastner, C.L. ve Moore, M.M. 1993. Biogenic amine formation in fresh vacuum-packaged beef during storage at 1°C for 120 Days. Journal of Food Protection, 56, 497-500.
- Sofos, J.N., Busta, F.F., Bhothipaksa, K. ve Allen, C.E. 1979. Sodium nitrite and sorbic acid effects on *Clostridium botulinum* toxin formation in chicken frankfurter-type emulsions. Journal of Food Science, 44, 668-672,675.
- Sojic, B., Pavlic, B., Tomivic, V., Kocic-Tanackov, S., Durovic, S., Zekovic, Z., Belovic, M., Torbica, A., Jokanovic, M., Uromovic, N., Vujadinovic, D., Ivic, M. ve Skaljac, S. 2020. Tomato pomace extract and organic peppermint essential oil as effective sodium nitrite replacement in cooked pork sausages. Food Chemistry, 330, 127202.
- Soncu, E.D., Özdemir, N., Arslan, B., Küçükkaya, S. ve Soyer, A. 2020. Contribution of surface application of chitosan–thyme and chitosan–rosemary essential oils to the volatile composition, microbial profile, and physicochemical and sensory quality of dry-fermented sausages during storage. Meat Science, 166, 108127.
- Soyer, A. ve Ertaş, A.H. 2007. Effect of fat level and storage time on lipid and color stability of naturally fermented Turkish sausages (Sucuk). Journal of Muscle Foods, 18, 330-340.

- Soyer, A., Ertas, A.H. ve Üzümcüoğlu, Ü. 2005. Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (sucuks). *Meat Science*, 69, 135-141.
- Stahnke, L.H. 1995. Dried sausages fermented with *Staphylococcus xylosus* at different temperatures and with different ingredient levels-Part I. Chemical and bacteriological data. *Meat Science*, 41(2), 179-191.
- Stahnke, L.H. 1999a. Volatiles produced by *Staphylococcus xylosus* and *Staphylococcus carnosus* during growth in sausage minces, Part I. Collection and identification. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 32, 365-371.
- Stahnke, L.H. 1999b. Volatiles produced by *Staphylococcus xylosus* and *Staphylococcus carnosus* during growth in sausage minces, Part II. The influence of growth parameters. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 32, 357-364.
- Steel, R.G.D. ve Torrie, J.H. 1980. *Principle and Procedures of Statistic: A Biometrical Approach*, New York: Mc.Graw-Hill.
- Straub, B.W., Kicherer, M., Schilcher, S.M. ve Hammes, W.P. 1995. The formation biogenic amines by fermentation organisms. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung*, 201, 79-82.
- Sucu, C. ve Turp, G.Y. 2018. The investigation of the use of beetroot powder in Turkish fermented beef sausage (sucuk) as nitrite alternative. *Meat Science*, 140, 158-166.
- Sullivan, G.A. 2011. Naturally cured meats: quality, safety, and chemistry. Ph.D. Department of Animal Science, Iowa State University, 130p., Ames, IA.
- Sullivan, G.A., Jackson-Davis, A., Schrader, Xi, Kulchaiyavat, Y., Sebranek, J.G. ve Dickson, J.S. 2012. Survey of naturally and conventionally cured commercial frankfurters, ham, and bacon for physio-chemical characteristics that affect bacterial growth. *Meat Science*, 92, 808-815.
- Summo, C., Caponio, F., Pasqualone, A. ve Gomes, T. 2011. Vacuum-packed ripened sausages: evolution of volatile compounds during storage. *Journal of the Science Food and Agriculture*, 91, 950-955.
- Sun, Q., Zhao, X., Chen, H., Zhang, C. ve Kong, B. 2018. Impact of spice extracts on the formation of biogenic amines and the physicochemical, microbiological and sensory quality of dry sausage. *Food Control*, 92, 190-200.
- Sunesen, L.O., Trihaas, J. ve Stahnke, L.H. 2004. Volatiles in sausage surface model-influence of *Penicillium nalgiovense*, *Pediococcus pentosaceus*, ascorbate, nitrate and temperature. *Meat Science*, 66, 447-456.
- Suzzi, G. ve Gardini, F. 2003. Biogenic amines in dry fermented sausages: a review. *International Journal of Food Microbiology*, 88, 41-54.
- Szczawinski J., Szczawinsia, M. ve Szulc., M. 1989. Effect of irradiation on antitoxigenic efficacy of nitrite. *Journal of Food Science*, 54, 1313-1317.

- Szymanski, P., Laszkiewicz, B., Siekierko, U. ve Kolozyn-Krajewska, D. 2020. Effects of the use of *Staphylococcus carnosus* in the curing process of meat with a reduced amount of sodium nitrite on colour, residue nitrite and nitrate, content of nitrosyl pigments, and microbiological and the sensory quality of cooked meat product. *Journal of Food Quality*, 2020, 6141728.
- Şenöz, B., Işıklı, N. ve Çoksöyler, N. 2000. Biogenic amines in Turkish sausages. *Journal of Food Science*, 65, 764-767.
- Talon, R., Chastagnac, C., Vergnais, Montel, M.C. ve Berdague, J.L. 1998. Production esters by *Staphylococci*. *International Journal of Food Microbiology*, 45(2), 143-150.
- Tarr, H.L.A. 1941. The action of nitrites on bacteria. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 5, 265.
- Tarr, H.L.A. 1942. The action of nitrites on bacteria: Further experiments. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 6, 74.
- Taylor, S.L. 1986. Histamine food poisoning: toxicology and clinical aspects. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 17, 91-128.
- Teodorovic, V., Buncic, S. ve Smiljanic, D. 1994. A study of factors influencing histamine production in meat. *Fleischwirtsch*, 74, 170-172.
- Terns, M.J., Milkowski, A.L., Rankin, S.A. ve Sindelar, J.J. 2011. Determining the impact of varying levels of cherry powder and starter culture on quality and sensory attributes of indirectly cured, emulsified cooked sausages. *Meat Science*, 88, 311-318.
- Til, H.P., Falke, H.E., Prinsen, M.K. ve Willems, M.I. 1997. Acute and subacute toxicity of tyramine, spermidine, spermine, putrescine and cadaverine in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 35(3-4), 337-348.
- Toldra, F., Sanz, Y. ve Flores, M. 2001. Meat Fermentation Technology. In: Hui YH, Nip WK, Rogers RW, Young OA, editors. *Meat Science and Applications*. New York: Marcel Dekker Inc. 537-561.
- Tompkin R.B. 2005. Nitrite. In P.M. Davidson, J.N. Sofos & A.L. Branen. *Antimicrobials in food*, 3rd ed. (pp. 139-236). CRC Press, Taylor & Frances Group. Boca Raton, FL, USA.
- Townsend, W.E. ve Olson, D.G. 1987. Cured Meats and Cured Meat Products Processing. In J.F. Price and B.S. Schweigert (Eds.) *The Science of Meat and Meat Products*. 3rd ed., pp. 431-456. Westport, CT: Food and Nutrition Press.
- Trevino, E., Beil, D. ve Steinhart, H. 1997. Formation of biogenic amines during the maturity process of raw meat products, for example of cervelat sausage. *Food Chemistry*, 60(4), 521-526.
- Trout, G.R. 1989. Variation in myoglobin denaturation and color of cooked beef, pork and turkey meat as influenced by pH, sodium chloride, sodium tripolyphosphate and curing temperature. *Journal of Food Science*, 54(3), 536-540.

- Tschabrun, R., Sick, K., Bauer, F. ve Kranner, P. 1990. Bildung von histamin in schnittfesten rohwrusten. Fleischwirtschaft, 70, 448-452.
- United States Department of Agriculture (USDA). 2005. Food Standards and Labeling Policy Book. <https://www.fsis.usda.gov/sites/default/files/import/Labeling-Policy-Book.pdf>. Erişim Tarihi: 11.06.2021.
- United States Department of Agriculture (USDA). 1995. Processing Inspector's Calculations Handbook (FSIS Directive 7620.3).
- Üren, A. ve Babayigit, D. 1996. Determination of Turkish-type fermented sausage colour by a reflectance method. Food Chemistry, 57(4), 561-567.
- Üren, A. ve Babayigit, D. 1997. Colour parameters of Turkish-type fermented sausage during fermentation and ripening. Meat Science, 45(4), 539-549.
- Van Maanen, J.M., Van Geel, A.A. ve Kleinjans, J.C. 1996. Modulation of nitrate-nitrite conversion in the oral cavity. Cancer Detection and Prevention, 20(6), 590-596.
- Vasavada, M.N. ve Cornforth, D.P. 2005. Evaluation of milk mineral antioxidant activity in meat balls and nitrite-cured sausage. Journal of Food Science, 70, 250-253.
- Vidal-Carou, M.C., Izquierdo-Pulido, M.L., Martin-Morro, M.C. ve Font, M. 1990. Histamine and tyramine in meat products: Relationship with meat spoilage. Food Chemistry, 37, 239-249.
- Wakamatsu, J., Nishimura, T. ve Hattori, A. 2004. A Zn-porphyrin complex contributes to bright red color in Parma ham. Meat Science, 67, 95-100.
- Wardlaw, F.B., Skelley, G.C., Johnjon, M.G. ve Acton, J.C. 1973. Changes in meat components during fermentation, heat processing and drying of a summer sausage. Journal of Food Science, 38, 1228-1231.
- Warthesen, J.J., Scanlan, R.A., Bills, D.D. ve Libbey, L.M. 1975. Formation of heterocyclic N-nitrosamines from the reaction of nitrite and selected primary diamines and amino acids. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 23, 898-902.
- White, J.W. 1975. Relative significance of dietary sources of nitrate and nitrite. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 23, 886-891.
- Wolter, F., Ulrich, S. ve Stein, J. 2004. Molecular mechanisms of the chemopreventive effects of resveratrol and its analogs in colorectal cancer; key role of polyamines? Journal of Nutrition, 134, 3219-3222.
- Woolford, G. ve Cassens, R.G. 1977. The fate of sodium nitrite in bacon. Journal of Food Science. 42, 586-589.
- Wöhr, S., Hemmer, W., Focke, M., Rappersberger, K. ve Jarisch, R. 2004. Histamine intolerance-like symptoms in healthy volunteers after oral provocation with liquid histamine. Allergy and Asthma Proceedings, 25, 305-311.

- Wyder, M.T., Bachmann, H.P. ve Puhan, Z. 1999. Role of selected yeasts in cheese ripening: an evaluation in foil wrapped raclette cheese. *Lebensm-Wiss Technol*, 32, 333-343.
- Xi, Y., Sullivan, G.A., Jackson, A.L., Zhou, G.H. ve Sebranek, J.G. 2011. Use of natural antimicrobials to improve the control of *Listeria monocytogenes* in a cured cooked meat model system. *Meat Science*, 88, 503-511.
- Yalınkılıç, B., Kaban, G. ve Kaya, M. 2012. The effects of different levels of orange fiber and fat on microbiological, physical, chemical and sensorial properties of sucuk. *Food Microbiology*, 29, 255-259.
- Yıldız-Turp, G. ve Serdaroğlu, M. 2008. Effect of replacing beef fat with hazelnut oil on quality characteristics of sucuk-A Turkish fermented sausage. *Meat Science*, 78, 447-454.
- Yu, A.N., Sun, B.G., Tian, D.T. ve Qu W.Y. 2008. Analysis of volatile compounds in traditional smoke-cured bacon (CSCB) with different fiber coatings using SPME. *Food Chemistry*, 110(1), 233-238.
- Yun, J., Shahidi, F., Rubin, L.J. ve Diosady, L.L. 1987. Oxidative stability and flavor acceptability of nitrite-free meat curing systems. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 40, 246-251.
- Zaika, L.L., Zell, T.E., Smith, J.L., Palumbo, S.A. ve Kissinger, J.C. 1976. The role of nitrite and nitrate in Lebanon bologna, a fermented sausage. *Journal of Food Science*, 41, 1457-1460.
- Zanardi, E., Novelli, E., Ghiretti, G.P., Dorigoni, V. ve Chizzolini, R. 1999. Colour stability and vitamin E content of fresh and processed pork. *Food Chemistry*, 67, 163-171.
- Zhang, X., Kong, B. ve Xiong, Y. L. (2007). Production of cured meat color in nitrite-free Harbin red sausage by *Lactobacillus fermentum* fermentation. *Meat Science*, 77, 593-598.
- Zhu, Y., Guo, L. ve Yang, Q. 2020. Partial replacement of nitrite with a novel probiotic *Lactobacillus plantarum* on nitrate, color, biogenic amines and gel properties of Chinese fermented sausages. *Food Research International*, 137, 109351.

EKLER

EK 1 Çiğ ve Pişmiş Sucuk Duyusal Değerlendirme Formları	198
EK 2 Nitrat ve Nitrit Standart Eğrileri.....	199
EK 3 Nitrat ve Nitrit HPLC Standart Kromatogramları	199
EK 4 TBA Standart Eğrisi	200
EK 5 Biyojen Amin Standart Kurve ve Kromatogramları.....	200
EK 6 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen fermente sucuklarda belirlenen uçucu aroma bileşikleri (%).....	202
EK 7 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş sucuklarda belirlenen uçucu aroma bileşikleri (%).....	212
EK 8 Farklı nitrit/nitrat kaynağı kullanılarak üretilen fermente sucuklarda uygulamanın ve sürenin etkisini gösteren varyans analizi sonuçlarına ilişkin p değerleri.....	219
EK 9 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş sucuklarda uygulamanın ve sürenin etkisini gösteren varyans analizi sonuçlarına ilişkin p değerleri.....	221

EK 1 Çiğ ve Pişmiş Sucuk Duyusal Değerlendirme Formları

ÇİĞ SUCUK DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU

Panelistin Adı Soyadı:..... Tarih:...../...../2011

* Formu doldurmadan önce "Notlar" kısmını okuyunuz

Örnek Kodu	Koku ¹	Renk ²	Tat ³	Tekstür ⁴	Genel Beğeni ⁵
434					
528					
799					
813					
840					
898					
915					

Puanlama 0-10 puan aralığında yapılacaktır. Değerlendirme puanınızı, ilgili özelliğin bulunduğu kutucuğa yazınız. 0; çok kötü, 10 ise çok iyi durumu göstermektedir.

Notlar

- Dilimler halinde bulunan sucuklar, panelistlerce koklanarak, fermente ya da asidik koku yönünden değerlendirilecektir. Panelistler bir örneği kokladıktan sonra, su koklayarak bir önceki koku hissi azaltılabilir.
- Örneklerin kesit yüzeyleri bir arada değerlendirilir. Tipik fermente sucuk rengi dikkate alınarak değerlendirme yapılır.
- Arka dişlerle iyice çiğnenen küçük bir parça sucuk dilimi yutulduktan (veya yutmadan ağızdan çıkarıldıktan) sonra algılanan asidik tat. Örnekler arasında, ağızındaki bir önceki tadın etkisini gidermek için bir parça ekmek ya da sudan yararlanınız.
- Arka dişlerle iyice çiğnenen küçük bir parça sucuk dilimi, çiğnemeye karşı gösterdiği direnç yönünden değerlendirilir.
- Yukarıda değerlendirilen dört özellik yönünden en beğenilenden az beğenilene doğru puanlama yapılır.

DÜŞÜNCELER:

PIŞMIŞ SUCUK DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU

Panelistin Adı Soyadı:..... Tarih:...../...../2011

* Formu doldurmadan önce "Notlar" kısmını okuyunuz

Örnek Kodu	Koku ¹	Renk ²	Tat ³	Tekstür ⁴	Genel Beğeni ⁵
155					
247					
401					
428					
676					
708					
923					

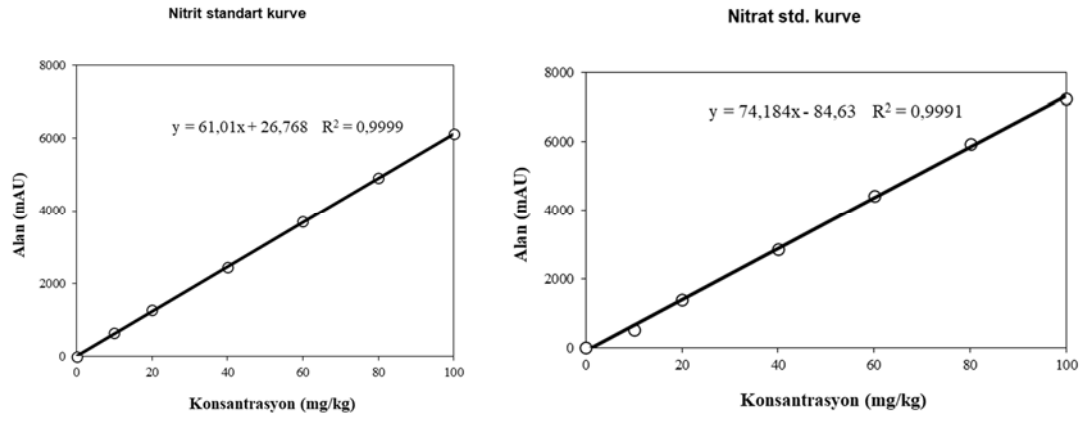
Puanlama 0-10 puan aralığında yapılacaktır. Değerlendirme puanınızı, ilgili özelliğin bulunduğu kutucuğa yazınız. 0; çok kötü, 10 ise çok iyi durumu göstermektedir.

Notlar

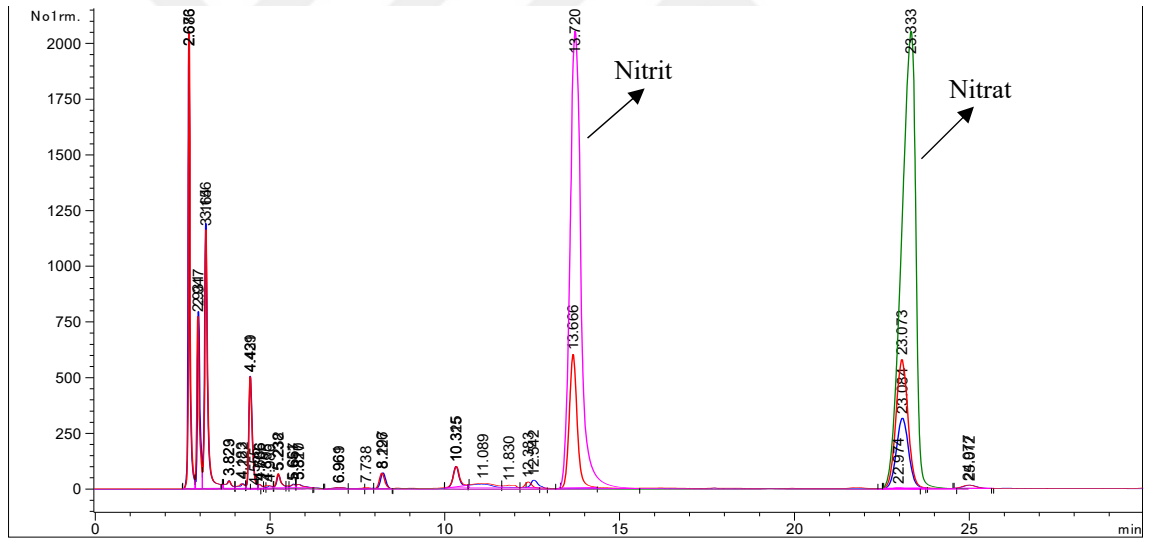
- Dilimler halinde tabaklarda sunulan sucuklar koklanarak, fermente ya da asidik koku yönünden değerlendirilecektir. Panelistler bir örneği kokladıktan sonra, su koklayarak bir önceki koku hissini azaltabilirler.
- Örneklerin kesit yüzey renkleri bir arada değerlendirilir. Tipik doğal fermente sucuk rengi dikkate alınarak değerlendirme yapılır.
- Arka dişlerle iyice çiğnenen küçük bir parça sucuk dilimi yutulduktan (veya yutmadan ağızdan çıkarıldıktan) sonra algılanan asidik ve baharatlı tat yönlerinden değerlendirilir. Örnekler arasında, ağızındaki bir önceki tadın etkisini gidermek için bir parça ekmek ya da sudan yararlanınız.
- Arka dişlerle iyice çiğnenen küçük bir parça sucuk dilimi, çiğnemeye karşı gösterdiği direnç yönünden değerlendirilir.
- Yukarıda değerlendirilen dört özellik yönünden en beğenilenden az beğenilene doğru puanlama yapılır.

DÜŞÜNCELER:

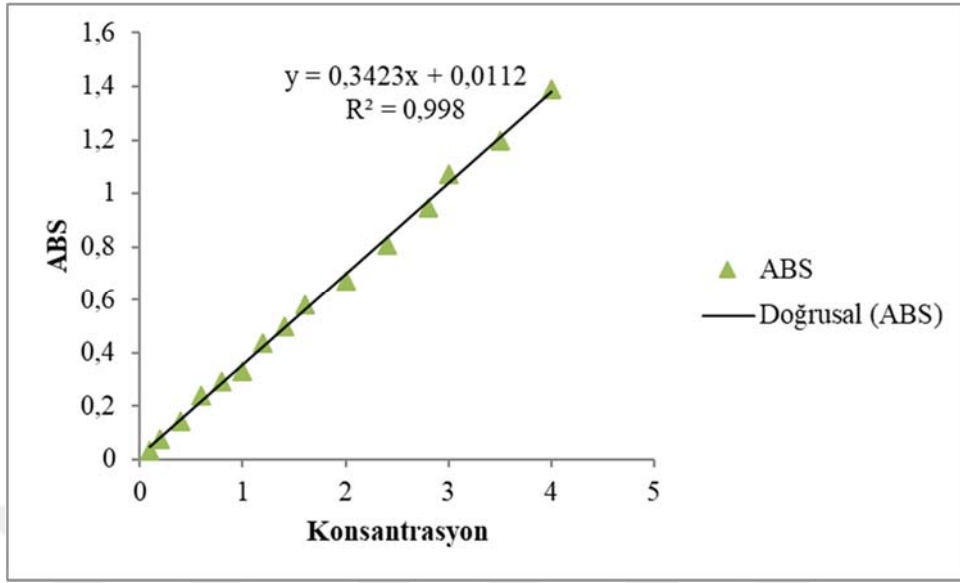
EK 2 Nitrat ve Nitrit Standart Eğrileri



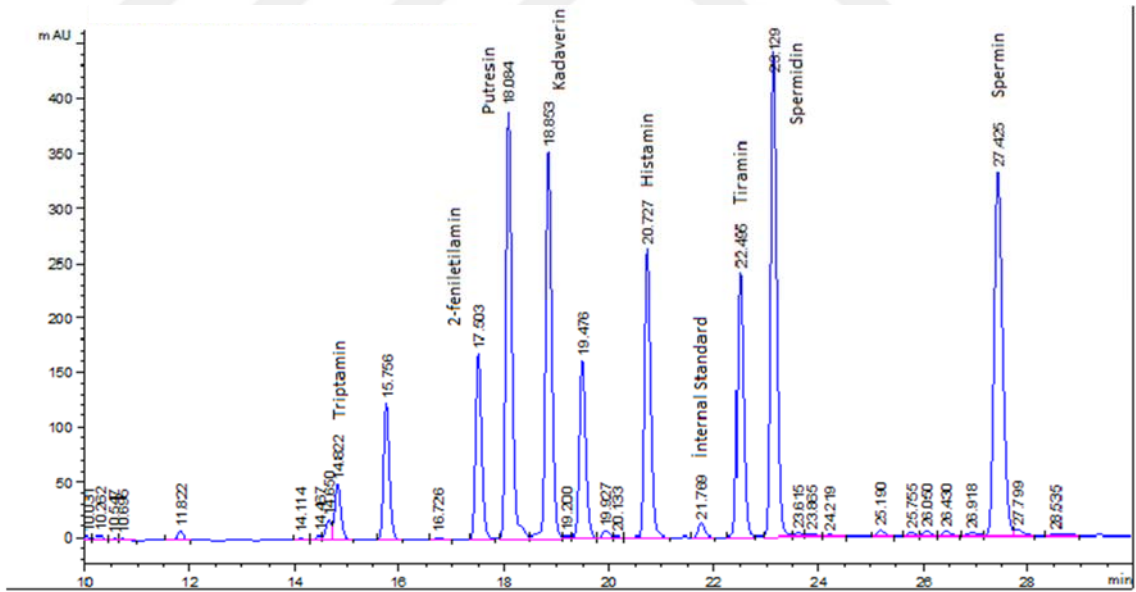
EK 3 Nitrat ve Nitrit HPLC Standart Kromatogramları

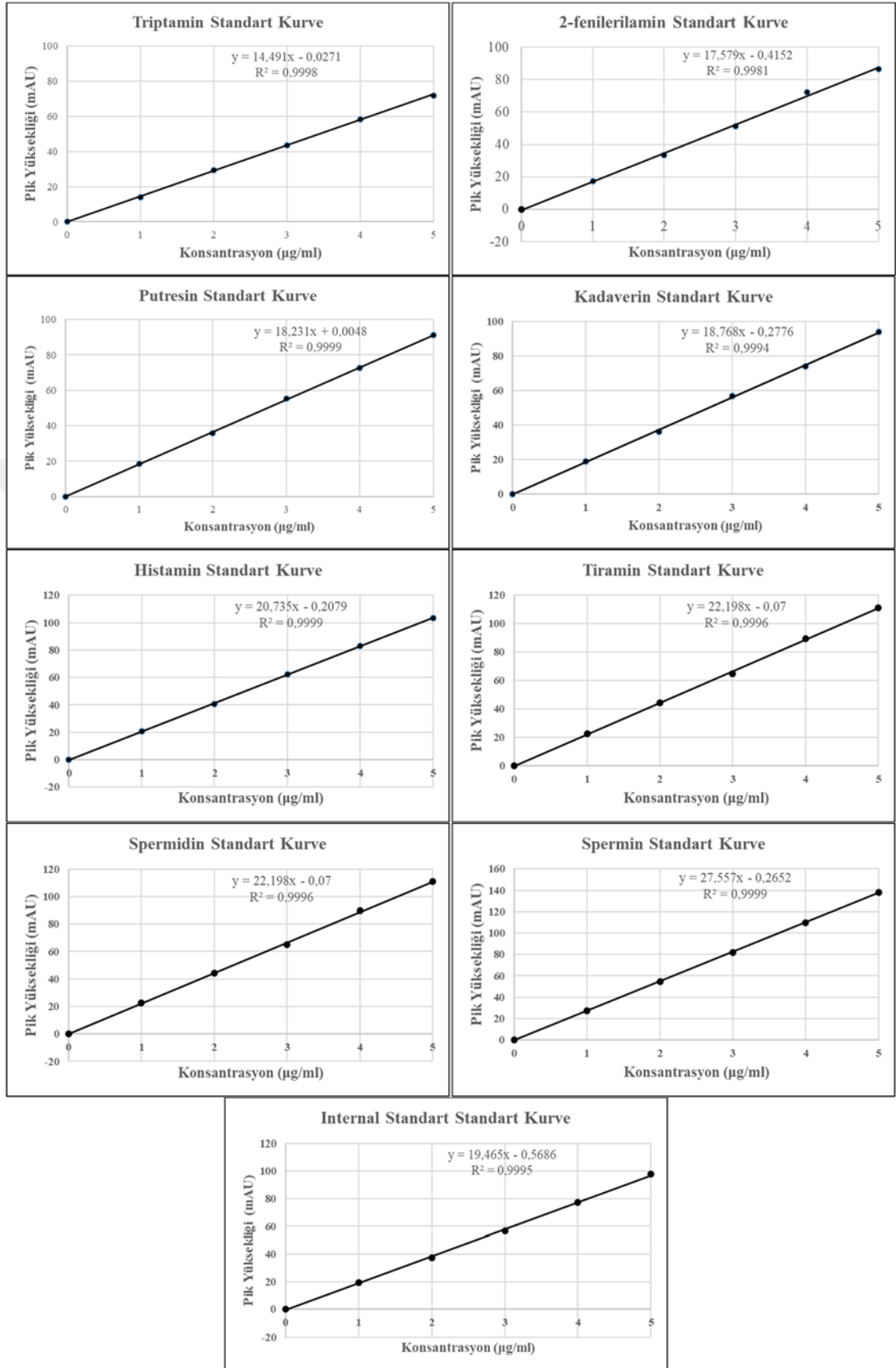


EK 4 TBA Standart Eğrisi



EK 5 Biyojen Amin Standart Kurve ve Kromatogramları





EK 6 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen fermente sucuklarda belirlenen uçucu aroma bileşikleri (%)

Süre	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
3-metilbütanal (RT: 13.443, KI: 693)^{1, 2, 3, 6}							
0	3.48±0.30 ^{Da}	3.33±0.15 ^{Da}	3.69±0.04 ^{Ea}	3.58±0.08 ^{Da}	3.55±0.16 ^{Da}	3.08±0.98 ^{Da}	3.58±0.16 ^{Ca}
3	6.09±0.03 ^{BCbc}	8.32±0.73 ^{Ba}	5.36±0.52 ^{DEcd}	3.68±0.04 ^{Dd}	6.77±0.33 ^{Cabc}	7.89±0.31 ^{BCab}	3.58±0.38 ^{Cd}
6	5.54±0.85 ^{Cbc}	7.59±0.36 ^{Ba}	6.72±1.53 ^{CDab}	4.62±0.59 ^{CDc}	7.54±1.41 ^{Ca}	4.10±0.97 ^{Dc}	4.56±0.57 ^{Cc}
9	7.71±0.06 ^{ABa}	5.50±0.54 ^{Cbc}	6.68±0.53 ^{CDab}	6.18±0.95 ^{Cab}	4.34±0.34 ^{Dc}	7.81±1.27 ^{Ca}	7.55±0.57 ^{Ba}
12	8.66±1.02 ^{Abc}	10.30±0.60 ^{Aab}	9.63±0.77 ^{ABabc}	9.99±0.33 ^{Bab}	7.93±0.26 ^{BCc}	11.42±0.02 ^{Aa}	7.84±0.06 ^{Bc}
42	7.71±0.01 ^{ABbc}	10.82±0.75 ^{Aa}	7.35±0.04 ^{Cc}	8.82±0.19 ^{Bbc}	9.44±0.75 ^{ABab}	7.48±0.16 ^{Cc}	6.97±0.42 ^{Bc}
72	8.60±0.17 ^{Ab}	11.91±0.21 ^{Aa}	9.15±1.66 ^{Bb}	9.40±0.30 ^{Bb}	7.77±0.56 ^{BCb}	9.70±1.90 ^{ABb}	8.73±0.35 ^{Bb}
102	9.03±0.05 ^{Ac}	10.82±0.23 ^{Abc}	11.05±0.23 ^{Ab}	13.70±0.67 ^{Aa}	10.54±0.28 ^{Abc}	9.13±0.33 ^{BCc}	11.86±0.42 ^{Ab}
Alil Metil Sülfid (RT: 14.614, KI: 717)^{1, 2, 3, 6}							
0	1.94±0.07 ^{Abc}	1.82±0.09 ^{Ac}	1.41±0.02 ^{Ad}	1.94±0.08 ^{Abc}	2.39±0.07 ^{Aa}	2.34±0.07 ^{Aa}	2.20±0.01 ^{Aab}
3	0.94±0.06 ^{Bbc}	1.17±0.00 ^{Bab}	0.98±0.00 ^{BCbc}	1.07±0.18 ^{Babc}	1.31±0.19 ^{Ba}	1.14±0.10 ^{Bab}	0.81±0.20 ^{Bc}
6	1.07±0.12 ^{Bab}	1.22±0.22 ^{Ba}	1.11±0.02 ^{Bab}	0.87±0.17 ^{Bbc}	0.85±0.09 ^{Cbc}	0.88±0.12 ^{BCbc}	0.76±0.18 ^{Bc}
9	0.34±0.02 ^{Cbc}	0.44±0.02 ^{Cbc}	0.75±0.06 ^{Ca}	0.43±0.01 ^{Cbc}	0.50±0.05 ^{Dabc}	0.61±0.43 ^{CDab}	0.23±0.02 ^{Cc}
12	0.20±0.06 ^{Ca}	0.30±0.12 ^{CDa}	0.37±0.11 ^{Da}	0.21±0.00 ^{CDa}	0.27±0.02 ^{DEa}	0.15±0.02 ^{Ea}	0.35±0.01 ^{Ca}
42	0.19±0.00 ^{Cab}	0.05±0.08 ^{Db}	0.41±0.05 ^{Da}	0.16±0.05 ^{CDab}	0.11±0.01 ^{Eab}	0.25±0.05 ^{Eab}	0.22±0.06 ^{Cab}
72	0.32±0.03 ^{Ca}	0.26±0.00 ^{CDa}	0.31±0.06 ^{Da}	0.22±0.01 ^{CDa}	0.21±0.04 ^{Ea}	0.38±0.09 ^{DEa}	0.36±0.00 ^{Ca}
102	0.07±0.10 ^{Ca}	0.07±0.10 ^{Da}	0.15±0.02 ^{Da}	0.00 ^{Da}	0.07±0.09 ^{Ea}	0.14±0.02 ^{Ea}	0.07±0.10 ^{Ca}
Dimetil Disülfid (RT: 18.205, KI: 774)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.07±0.00 ^{ABd}	0.48±0.56 ^{Ac}	0.00 ^{Ad}	0.00 ^{Ad}	1.72±0.04 ^{Aa}	0.93±0.00 ^{Ab}	1.01±0.02 ^{Ab}
3	0.11±0.04 ^{ABb}	0.16±0.04 ^{ABb}	0.00 ^{Ab}	0.12±0.18 ^{Ab}	0.77±0.74 ^{Ba}	0.40±0.28 ^{Bab}	0.00 ^{Bb}
6	0.20±0.04 ^{ABa}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.03±0.04 ^{Aa}	0.21±0.01 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}
9	0.46±0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Ab}	0.19±0.26 ^{Aab}	0.00 ^{Cb}	0.00 ^{Bb}	0.33±0.07 ^{Bab}
12	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.18±0.25 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}
42	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}
72	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}
102	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}
Toluen (RT: 18.540, KI: 790)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	0.06±0.01 ^{Aa}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}
3	0.39±0.04 ^{Aa}	0.00 ^{Ac}	0.00 ^{Ac}	0.05±0.01 ^{Ab}	0.00 ^{Ac}	0.00 ^{Ac}	0.00 ^{Ac}
6	0.00 ^{Baa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}
9	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}
12	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}
42	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}
72	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}
102	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}
Oktan (RT: 19.060, KI: 800)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.77±0.01 ^{Aa}	0.76±0.02 ^{Aa}	0.74±0.01 ^{BCa}	0.67±0.04 ^{ABCa}	0.72±0.02 ^{ABa}	0.68±0.03 ^{Ba}	0.60±0.15 ^{ABa}
3	0.00 ^{Cc}	0.60±0.01 ^{ABCab}	0.78±0.16 ^{BCa}	0.37±0.03 ^{Cb}	0.57±0.10 ^{ABCab}	0.52±0.02 ^{Bab}	0.42±0.09 ^{Bb}
6	0.52±0.18 ^{ABc}	0.65±0.11 ^{ABbc}	1.05±0.06 ^{ABa}	0.57±0.12 ^{ABCbc}	0.89±0.02 ^{Aab}	0.49±0.12 ^{Bc}	0.41±0.05 ^{Bc}
9	0.31±0.04 ^{BCCc}	0.32±0.02 ^{BCCc}	0.51±0.12 ^{CDbc}	0.50±0.18 ^{BCbc}	0.32±0.04 ^{Cc}	1.14±0.54 ^{Aa}	0.73±0.17 ^{ABb}
12	0.78±0.08 ^{Abc}	0.59±0.05 ^{ABCbc}	1.13±0.35 ^{Aa}	0.91±0.03 ^{Ab}	0.81±0.02 ^{Abc}	0.48±0.06 ^{Bc}	0.87±0.27 ^{Ab}
42	0.61±0.02 ^{ABa}	0.73±0.08 ^{Aa}	0.59±0.04 ^{CDa}	0.71±0.08 ^{ABCa}	0.64±0.08 ^{ABCa}	0.63±0.01 ^{Ba}	0.78±0.16 ^{Aa}
72	0.57±0.02 ^{ABa}	0.74±0.09 ^{Aa}	0.66±0.06 ^{CDa}	0.80±0.03 ^{ABa}	0.64±0.01 ^{ABCa}	0.59±0.02 ^{Ba}	0.55±0.02 ^{ABa}
102	0.37±0.00 ^{Ba}	0.26±0.09 ^{Ca}	0.39±0.01 ^{Da}	0.53±0.01 ^{BCa}	0.39±0.06 ^{BCa}	0.41±0.02 ^{Ba}	0.40±0.08 ^{Ba}

EK 6 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen fermente sucuklarda belirlenen uçucu aroma bileşikleri (%) (devam)

Süre	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
1-pentanol (RT: 21.108, KI: 822)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.09±0.00 ^{ABb}	0.00 ^{Cb}	0.00 ^{Cb}	0.00 ^{Cb}	0.21±0.02 ^{Aa}	0.00 ^{Eb}	0.00 ^{Cb}
3	0.19±0.00 ^{Ab}	0.12±0.03 ^{Bb}	0.13±0.06 ^{Bb}	0.32±0.02 ^{Aa}	0.10±0.03 ^{Cb}	0.09±0.03 ^{DEb}	0.18±0.00 ^{ABb}
6	0.15±0.02 ^{Ab}	0.10±0.01 ^{BCb}	0.13±0.01 ^{Bb}	0.26±0.02 ^{ABa}	0.10±0.01 ^{BCb}	0.26±0.07 ^{ABCa}	0.14±0.02 ^{Bb}
9	0.16±0.00 ^{Ac}	0.27±0.04 ^{Aab}	0.21±0.07 ^{ABbc}	0.20±0.00 ^{Bbc}	0.20±0.01 ^{ABbc}	0.32±0.09 ^{Aa}	0.28±0.01 ^{Aab}
12	0.19±0.00 ^A	0.20±0.02 ^{AB}	0.27±0.07 ^A	0.27±0.01 ^{AB}	0.23±0.06 ^A	0.21±0.01 ^{BC}	0.21±0.02 ^{AB}
42	0.00 ^{Bc}	0.00 ^{Cc}	0.26±0.04 ^{Ab}	0.17±0.05 ^{Bb}	0.00 ^{Cc}	0.27±0.13 ^{ABCa}	0.24±0.08 ^{ABb}
72	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Cb}	0.00 ^{Cb}	0.20±0.09 ^{Ba}	0.00 ^{Cb}	0.18±0.00 ^{CDa}	0.00 ^{Cb}
102	0.00 ^{Bb}	0.28±0.00 ^{Aa}	0.26±0.00 ^{Aa}	0.25±0.01 ^{ABa}	0.00 ^{Cb}	0.30±0.01 ^{ABa}	0.00 ^{Cb}
Etıl Bütanoat (RT: 21.162, KI: 829)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}
3	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}
6	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}
9	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}
12	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}
42	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}
72	0.16±0.09 ^{Aa}	0.17±0.01 ^{Aa}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	0.18±0.05 ^{Ba}
102	0.17±0.011 ^{Ab}	0.13±0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ac}	0.00 ^{Ac}	0.00 ^{Ac}	0.00 ^{Ac}	0.29±0.11 ^{Aa}
Heksanal (RT: 22.039, KI: 837)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Ab}	0.15±0.00 ^{ABa}	0.00 ^{Ab}	0.16±0.00 ^{Aa}	0.10±0.00 ^{Aab}	0.11±0.01 ^{ABab}
3	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Ab}	0.24±0.03 ^{Aa}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Bb}
6	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}
9	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Aa}	0.08±0.12 ^{ABa}	0.11±0.01 ^{Aa}	0.09±0.13 ^{ABa}
12	0.07±0.10 ^{Bab}	0.00 ^{Ab}	0.13±0.19 ^{ABa}	0.05±0.06 ^{Aab}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Bb}
42	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.07±0.02 ^{BCa}	0.00 ^{Aa}	0.05±0.08 ^{ABa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}
72	0.24±0.04 ^{Aa}	0.00 ^{Ac}	0.17±0.10 ^{ABab}	0.12±0.02 ^{Aabc}	0.12±0.06 ^{ABabc}	0.10±0.06 ^{Abc}	0.13±0.00 ^{Aab}
102	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}
Etıl-2-metil Bütanoat (RT: 24.266, KI: 873)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.15±0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Cc}	0.00 ^{Dc}	0.10±0.01 ^{BCb}	0.00 ^{Bc}	0.00 ^{Dc}	0.00 ^{Ec}
3	0.12±0.00 ^{ABab}	0.14±0.01 ^{Aa}	0.11±0.01 ^{BCab}	0.10±0.02 ^{BCab}	0.04±0.05 ^{Bc}	0.08±0.02 ^{Cbc}	0.08±0.00 ^{CDbc}
6	0.03±0.04 ^{Cbc}	0.00 ^{Cc}	0.00 ^{Dc}	0.08±0.01 ^{Ca}	0.00 ^{Bc}	0.08±0.00 ^{Ca}	0.06±0.02 ^{Dab}
9	0.00 ^{Cc}	0.07±0.00 ^{Bab}	0.06±0.00 ^{Cab}	0.09±0.02 ^{Ca}	0.04±0.05 ^{Bbc}	0.10±0.01 ^{BCa}	0.08±0.01 ^{CDab}
12	0.09±0.01 ^{Ba}	0.14±0.03 ^{Aa}	0.16±0.02 ^{Aa}	0.12±0.01 ^{ABCa}	0.10±0.01 ^{Aa}	0.13±0.02 ^{ABa}	0.12±0.01 ^{BCa}
42	0.09±0.01 ^{Ba}	0.11±0.00 ^{ABa}	0.09±0.01 ^{BCa}	0.12±0.00 ^{ABCa}	0.12±0.02 ^{Aa}	0.10±0.01 ^{BCa}	0.10±0.02 ^{BCDa}
72	0.12±0.00 ^{ABbc}	0.15±0.01 ^{Aab}	0.12±0.03 ^{ABbc}	0.14±0.00 ^{ABabc}	0.10±0.01 ^{Ac}	0.17±0.03 ^{Aa}	0.13±0.00 ^{ABabc}
102	0.10±0.00 ^{Bc}	0.00 ^{Cd}	0.13±0.01 ^{ABabc}	0.15±0.00 ^{Aab}	0.11±0.00 ^{Abc}	0.13±0.01 ^{ABabc}	0.17±0.00 ^{Aa}
Dialıl Sülfıt (3,3'-Tiyobis-1-Propen) (RT: 24.912, KI: 884)^{1, 2, 3, 6}							
0	4.29±0.01 ^{Aa}	4.58±0.12 ^{Aa}	4.67±0.23 ^{Aa}	4.53±0.05 ^{Aa}	5.20±0.98 ^{Aa}	4.58±0.12 ^{Aa}	5.15±0.92 ^{Aa}
3	2.77±0.15 ^{Bbc}	1.74±0.21 ^{BCc}	2.88±0.25 ^{Bbc}	4.39±0.12 ^{Aa}	3.00±1.23 ^{Bb}	2.54±0.48 ^{Bbc}	3.75±0.06 ^{Bab}
6	2.55±0.36 ^{BCab}	1.34±0.12 ^{BCc}	0.72±0.01 ^{Cc}	3.65±1.54 ^{Aa}	1.54±0.66 ^{Cbc}	3.76±0.50 ^{Aa}	3.33±0.66 ^{Ba}
9	1.13±0.21 ^{Db}	2.53±0.04 ^{Ba}	1.37±0.05 ^{Cab}	1.93±0.03 ^{Bab}	1.90±1.38 ^{BCab}	1.05±0.14 ^{Cb}	1.84±0.40 ^{Cab}
12	1.59±0.05 ^{BCDa}	1.62±0.45 ^{BC}	1.09±0.23 ^{Ca}	1.48±0.33 ^{Ba}	1.90±0.14 ^{BCa}	1.19±0.20 ^{Ca}	1.85±0.25 ^{Ca}
42	1.46±0.11 ^{CDa}	1.05±0.03 ^{Ca}	1.72±0.16 ^{Ca}	1.62±0.23 ^{Ba}	1.26±0.19 ^{Ca}	1.44±0.05 ^{BCa}	1.57±0.09 ^{Ca}
72	1.73±1.13 ^{BCDa}	1.11±0.02 ^{Ca}	1.01±0.14 ^{Ca}	1.82±0.04 ^{Ba}	1.81±0.02 ^{BCa}	2.04±0.25 ^{BCa}	1.89±0.05 ^{Ca}
102	1.42±0.01 ^{CDa}	1.28±0.01 ^{BCa}	1.08±0.11 ^{Ca}	1.06±0.01 ^{Ba}	1.55±0.08 ^{Ca}	1.51±0.07 ^{BCa}	1.29±0.18 ^{Ca}

EK 6 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen fermente sucuklarda belirlenen uçucu aroma bileşikleri (%) (devam)

Süre	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
2,3-bütandiol (RT: 25.214, KI: 889)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.18±0.02 ^{Da}	0.12±0.00 ^{Da}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Eb}	0.15±0.01 ^{Ea}	0.16±0.02 ^{Da}	0.13±0.01 ^{Ea}
3	0.24±0.02 ^{CDb}	0.13±0.03 ^{CDb}	0.00 ^{Bc}	0.24±0.02 ^{Db}	0.18±0.01 ^{Eb}	0.17±0.01 ^{Db}	0.41±0.00 ^{Da}
6	0.26±0.01 ^{CDbc}	0.16±0.02 ^{CDc}	0.00 ^{Bd}	0.33±0.00 ^{CDb}	0.23±0.01 ^{Ebc}	0.24±0.02 ^{Dbc}	0.46±0.18 ^{Da}
9	0.27±0.03 ^{CDb}	0.16±0.04 ^{CDbc}	0.06±0.01 ^{Bc}	0.46±0.01 ^{Ba}	0.25±0.01 ^{DEb}	0.23±0.02 ^{Db}	0.49±0.02 ^{Da}
12	0.33±0.00 ^{Cc}	0.14±0.06 ^{CDd}	0.11±0.01 ^{Bd}	0.45±0.03 ^{Bb}	0.35±0.01 ^{CDbc}	0.27±0.00 ^{CDc}	0.71±0.02 ^{Ca}
42	0.34±0.05 ^{BCb}	0.24±0.05 ^{BCc}	0.11±0.01 ^{Bd}	0.45±0.04 ^{Bb}	0.45±0.05 ^{Cb}	0.36±0.02 ^{BCb}	0.85±0.14 ^{Ba}
72	0.44±0.03 ^{Bc}	0.27±0.04 ^{Bd}	0.23±0.00 ^{Ad}	0.43±0.02 ^{BCc}	0.71±0.00 ^{Bb}	0.44±0.00 ^{ABc}	0.92±0.01 ^{Ba}
102	0.75±0.05 ^{Ac}	0.48±0.01 ^{Ac}	0.31±0.01 ^{Af}	0.61±0.01 ^{Ad}	1.54±0.05 ^{Aa}	0.48±0.01 ^{Ac}	1.43±0.03 ^{Ab}
2-heksenal (RT: 25.515, KI: 906)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}
3	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}
6	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}
9	0.00 ^{Cb}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Cb}	0.00 ^{Ab}	0.15±0.04 ^{Aa}	0.00 ^{Bb}
12	0.00 ^{Cb}	0.00 ^{Bb}	0.15±0.06 ^{Aa}	0.13±0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ab}	0.15±0.01 ^{Aa}	0.13±0.00 ^{Aa}
42	0.06±0.09 ^{Bb}	0.14±0.02 ^{Aa}	0.15±0.02 ^{Aa}	0.15±0.01 ^{ABa}	0.00 ^{Ac}	0.14±0.01 ^{Aa}	0.15±0.01 ^{Aa}
72	0.16±0.01 ^{Aab}	0.16±0.03 ^{Aab}	0.14±0.00 ^{Abc}	0.20±0.01 ^{Aa}	0.00 ^{Ad}	0.09±0.05 ^{Bc}	0.14±0.01 ^{Abc}
102	0.18±0.01 ^{Aa}	0.15±0.01 ^{Aa}	0.14±0.02 ^{Aa}	0.17±0.01 ^{ABa}	0.00 ^{Ab}	0.15±0.00 ^{Aa}	0.17±0.00 ^{Aa}
Stiren (RT: 29.993, KI: 918)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.22±0.01 ^{Aa}	0.27±0.01 ^{Aa}	0.27±0.00 ^{Aa}	0.24±0.00 ^{Aa}	0.11±0.01 ^{Bc}	0.16±0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Ad}
3	0.00 ^{Bc}	0.31±0.02 ^{Aa}	0.29±0.01 ^{Aa}	0.23±0.07 ^{Ab}	0.29±0.06 ^{Aa}	0.22±0.08 ^{Ab}	0.00 ^{Ac}
6	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Bb}	0.14±0.06 ^{Ba}	0.00 ^{Cb}	0.00 ^{Ab}
9	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Aa}
12	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Aa}
42	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Aa}
72	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Aa}
102	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Aa}
1-Hexanol (RT: 27.073, KI: 925)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}
3	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}
6	0.18±0.00 ^{Aa}	0.05±0.01 ^{Bb}	0.18±0.10 ^{Aa}	0.22±0.04 ^{Aa}	0.00 ^{Ac}	0.21±0.03 ^{Aa}	0.00 ^{Ac}
9	0.21±0.01 ^{Aab}	0.13±0.03 ^{Ac}	0.12±0.04 ^{Bc}	0.18±0.02 ^{Ab}	0.00 ^{Ad}	0.24±0.03 ^{Aa}	0.00 ^{Ad}
12	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}
42	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}
72	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}
102	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}
Etil Pentanoat (RT: 27.186, KI: 928)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}
3	0.06±0.01 ^{Aa}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Cb}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Ab}
6	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}
9	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Cb}	0.00 ^{Ab}	0.11±0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ab}
12	0.00 ^{Bc}	0.00 ^{Ac}	0.00 ^{Ac}	0.12±0.01 ^{Aa}	0.00 ^{Ac}	0.11±0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ac}
42	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	0.11±0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Ab}
72	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	0.11±0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Ab}
102	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}

EK 6 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen fermente sucuklarda belirlenen uçucu aroma bileşikleri (%) (devam)

Süre	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
α-thujene (RT: 28.077, KI: 938)^{1, 3, 6}							
0	0.21±0.02 ^A	0.23±0.01 ^{ABC}	0.21±0.02 ^{BC}	0.21±0.01 ^{AB}	0.25±0.01 ^A	0.27±0.02 ^A	0.27±0.01 ^A
3	0.22±0.00 ^A	0.27±0.01 ^A	0.28±0.01 ^A	0.27±0.01 ^A	0.26±0.02 ^A	0.25±0.01 ^{AB}	0.22±0.02 ^{AB}
6	0.23±0.00 ^A	0.24±0.01 ^{AB}	0.25±0.01 ^{AB}	0.26±0.01 ^A	0.24±0.03 ^{AB}	0.24±0.01 ^{ABC}	0.21±0.02 ^{AB}
9	0.21±0.01 ^A	0.21±0.00 ^{ABC}	0.21±0.00 ^{BC}	0.22±0.02 ^{AB}	0.20±0.00 ^{AB}	0.20±0.08 ^{BC}	0.19±0.05 ^B
12	0.21±0.01 ^A	0.17±0.00 ^C	0.20±0.00 ^{BC}	0.19±0.00 ^B	0.18±0.00 ^B	0.18±0.01 ^C	0.21±0.04 ^{AB}
42	0.20±0.00 ^A	0.20±0.00 ^{BC}	0.21±0.02 ^{BC}	0.19±0.00 ^B	0.22±0.04 ^{AB}	0.23±0.00 ^{ABC}	0.21±0.02 ^{AB}
72	0.25±0.07 ^A	0.21±0.04 ^{ABC}	0.25±0.03 ^{AB}	0.26±0.00 ^A	0.23±0.04 ^{AB}	0.24±0.00 ^{ABC}	0.23±0.02 ^{AB}
102	0.19±0.01 ^A	0.18±0.00 ^{BC}	0.18±0.00 ^C	0.18±0.00 ^B	0.18±0.00 ^B	0.21±0.02 ^{ABC}	0.17±0.01 ^B
α-pinene (RT: 28.631, KI: 947)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.53±0.02 ^{Bb}	0.55±0.01 ^{BCDab}	0.40±0.00 ^{Dc}	0.61±0.01 ^{Ba}	0.46±0.01 ^{Cc}	0.57±0.01 ^{CDab}	0.55±0.01 ^{CDab}
3	0.51±0.01 ^{Bb}	0.49±0.05 ^{Db}	0.50±0.02 ^{Cb}	0.56±0.00 ^{Bab}	0.58±0.02 ^{Ba}	0.55±0.00 ^{CDab}	0.50±0.02 ^{Db}
6	0.54±0.02 ^{Ba}	0.54±0.01 ^{CDa}	0.55±0.02 ^{BCa}	0.55±0.00 ^{Ba}	0.55±0.02 ^{Ba}	0.54±0.04 ^{Da}	0.53±0.00 ^{Da}
9	0.55±0.02 ^{Bb}	0.51±0.01 ^{Db}	0.56±0.05 ^{BCb}	0.57±0.04 ^{Bb}	0.53±0.03 ^{Bb}	0.66±0.05 ^{Ba}	0.55±0.06 ^{CDb}
12	0.57±0.04 ^{Ba}	0.50±0.03 ^{Db}	0.50±0.01 ^{Cb}	0.59±0.02 ^{Ba}	0.58±0.01 ^{Ba}	0.55±0.02 ^{Dab}	0.57±0.03 ^{CDa}
42	0.66±0.02 ^{Aab}	0.61±0.04 ^{ABc}	0.60±0.01 ^{ABbc}	0.62±0.04 ^{Ba}	0.66±0.05 ^{Aa}	0.62±0.02 ^{BCbc}	0.61±0.00 ^{BCab}
72	0.68±0.00 ^{Aa}	0.59±0.01 ^{ABCa}	0.64±0.01 ^{Aa}	0.71±0.01 ^{Aa}	0.72±0.09 ^{Aa}	0.62±0.00 ^{BCa}	0.68±0.04 ^{Aa}
102	0.70±0.01 ^{Aab}	0.65±0.00 ^{Ab}	0.66±0.02 ^{Ab}	0.70±0.01 ^{Aab}	0.70±0.00 ^{Aab}	0.75±0.01 ^{Aa}	0.67±0.02 ^{ABb}
Alil Metil Disülfid (Metil 2-propenil disülfid) (RT: 28.922, KI: 953)^{1, 2, 3, 6}							
0	1.11±0.01 ^{Ac}	1.70±0.01 ^{Aa}	1.52±0.03 ^{Aab}	0.61±0.02 ^{Ad}	1.71±0.02 ^{Aa}	1.32±0.02 ^{Abc}	1.08±0.03 ^{Ac}
3	0.60±0.20 ^{Bbc}	0.55±0.04 ^{Bbc}	0.90±0.09 ^{Ba}	0.75±0.23 ^{Aab}	0.42±0.15 ^{Bc}	0.48±0.08 ^{Bc}	0.62±0.11 ^{Bbc}
6	0.80±0.38 ^{Ba}	0.57±0.16 ^{Bab}	0.46±0.00 ^{CDb}	0.33±0.03 ^{Bb}	0.42±0.17 ^{Bb}	0.49±0.14 ^{Bb}	0.35±0.05 ^{Cb}
9	0.22±0.06 ^{Cb}	0.40±0.06 ^{BCab}	0.58±0.05 ^{Ca}	0.28±0.02 ^{Bb}	0.26±0.06 ^{Bb}	0.29±0.08 ^{Bb}	0.29±0.04 ^{Cb}
12	0.28±0.06 ^{Ca}	0.50±0.19 ^{BCa}	0.44±0.04 ^{CDa}	0.30±0.09 ^{Ba}	0.31±0.03 ^{Ba}	0.33±0.01 ^{Ba}	0.37±0.06 ^{Ca}
42	0.23±0.07 ^{Ca}	0.26±0.02 ^{Ca}	0.35±0.03 ^{CDa}	0.23±0.01 ^{Ba}	0.22±0.00 ^{Ba}	0.23±0.01 ^{Ba}	0.19±0.00 ^{Ca}
72	0.27±0.01 ^{Ca}	0.35±0.01 ^{BCa}	0.30±0.03 ^{Da}	0.22±0.00 ^{Ba}	0.29±0.00 ^{Ba}	0.32±0.00 ^{Ba}	0.32±0.00 ^{Ca}
102	0.26±0.01 ^{Ca}	0.36±0.01 ^{BCa}	0.38±0.04 ^{CDa}	0.15±0.00 ^{Ba}	0.30±0.01 ^{Ba}	0.28±0.00 ^{Ba}	0.25±0.02 ^{Ca}
Pentanoik Asit (RT: 31.067, KI: 989)^{1, 3, 4, 6}							
0	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Ca}
3	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Ca}
6	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Ca}
9	0.00 ^{Cd}	0.08±0.01 ^{Bb}	0.00 ^{Cd}	0.00 ^{Cd}	0.03±0.04 ^{Dc}	0.05±0.01 ^{Cc}	0.11±0.00 ^{ABa}
12	0.07±0.00 ^{Bb}	0.08±0.01 ^{Bab}	0.11±0.04 ^{Aa}	0.10±0.00 ^{Bab}	0.09±0.02 ^{BCab}	0.09±0.00 ^{Bab}	0.08±0.00 ^{Bab}
42	0.08±0.00 ^{Bbc}	0.07±0.00 ^{Bc}	0.11±0.02 ^{Aab}	0.09±0.00 ^{Bbc}	0.08±0.00 ^{Cc}	0.12±0.05 ^{ABa}	0.11±0.04 ^{ABab}
72	0.10±0.01 ^{ABabc}	0.09±0.00 ^{Babc}	0.07±0.01 ^{Bc}	0.11±0.03 ^{ABab}	0.12±0.01 ^{ABa}	0.09±0.00 ^{Bbc}	0.09±0.02 ^{Babc}
102	0.13±0.01 ^{Aa}	0.13±0.01 ^{Aa}	0.12±0.00 ^{Aa}	0.14±0.00 ^{Aa}	0.14±0.00 ^{Aa}	0.14±0.01 ^{Aa}	0.14±0.01 ^{Aa}
Sabinen (RT: 31.145, KI: 991)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.25±0.00 ^{Ac}	0.30±0.01 ^{Bab}	0.27±0.01 ^{Bbc}	0.25±0.00 ^{Cc}	0.32±0.01 ^{Aa}	0.31±0.01 ^{Aab}	0.28±0.01 ^{Aabc}
3	0.28±0.00 ^{Ac}	0.34±0.02 ^{Aab}	0.35±0.02 ^{Aa}	0.32±0.03 ^{Aabc}	0.29±0.00 ^{ABc}	0.30±0.01 ^{Abc}	0.28±0.00 ^{Ac}
6	0.28±0.01 ^{Abc}	0.30±0.00 ^{Babc}	0.33±0.01 ^{Aa}	0.27±0.01 ^{BCc}	0.28±0.01 ^{ABCbc}	0.32±0.02 ^{Aab}	0.28±0.00 ^{Abc}
9	0.27±0.01 ^{Ab}	0.22±0.00 ^{Cc}	0.32±0.00 ^{Aa}	0.30±0.01 ^{ABab}	0.26±0.05 ^{BCDb}	0.20±0.00 ^{Bc}	0.16±0.01 ^{Cd}
12	0.19±0.01 ^{Ba}	0.18±0.01 ^{Ca}	0.20±0.01 ^{Ca}	0.20±0.01 ^{Da}	0.19±0.01 ^{Ea}	0.20±0.01 ^{Ba}	0.19±0.01 ^{BCa}
42	0.19±0.00 ^{Ba}	0.19±0.02 ^{Ca}	0.21±0.01 ^{Ca}	0.21±0.01 ^{Da}	0.23±0.04 ^{Da}	0.21±0.01 ^{Ba}	0.21±0.01 ^{Ba}
72	0.20±0.01 ^{Bc}	0.18±0.01 ^{Cc}	0.28±0.00 ^{Ba}	0.20±0.00 ^{Bbc}	0.24±0.05 ^{CDb}	0.18±0.00 ^{Bc}	0.20±0.01 ^{BCbc}
102	0.21±0.00 ^{Ba}	0.18±0.00 ^{Ca}	0.19±0.00 ^{Ca}	0.19±0.00 ^{Da}	0.18±0.00 ^{Ea}	0.19±0.01 ^{Ba}	0.18±0.01 ^{BCa}

EK 6 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen fermente sucuklarda belirlenen uçucu aroma bileşikleri (%) (devam)

Süre	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
β-pinen (RT: 31.326, KI: 994)^{1, 2, 3, 6}							
0	2.79±0.13 ^{Da}	2.16±0.09 ^{Db}	2.05±0.07 ^{Eb}	2.80±0.14 ^{Ea}	2.27±0.10 ^{Cb}	2.79±0.13 ^{Da}	2.68±0.03 ^{Ea}
3	2.84±0.06 ^{Da}	2.82±0.04 ^{Ca}	2.91±0.10 ^{CDa}	2.88±0.03 ^{DEa}	3.01±0.18 ^{Ba}	2.92±0.11 ^{CDa}	2.78±0.13 ^{DEa}
6	3.04±0.07 ^{CDa}	3.14±0.03 ^{Ba}	3.17±0.07 ^{BCa}	2.91±0.26 ^{DEa}	3.09±0.03 ^{Ba}	2.97±0.16 ^{CDa}	3.04±0.10 ^{CDa}
9	3.22±0.09 ^{BCa}	3.03±0.09 ^{BCab}	3.32±0.14 ^{Ba}	3.27±0.12 ^{BCa}	3.06±0.09 ^{Ba}	3.00±0.08 ^{CDab}	2.72±0.20 ^{DEb}
12	2.91±0.05 ^{Dab}	2.78±0.14 ^{Cb}	2.85±0.02 ^{Dab}	3.04±0.06 ^{CDEab}	2.93±0.10 ^{Bab}	3.13±0.16 ^{BCa}	2.85±0.07 ^{DEab}
42	3.36±0.13 ^{Ba}	3.34±0.16 ^{Ba}	3.18±0.10 ^{BCa}	3.15±0.06 ^{BCDa}	3.47±0.10 ^{Aa}	3.39±0.11 ^{Ba}	3.19±0.10 ^{BCa}
72	3.48±0.05 ^{Bab}	3.19±0.16 ^{Bbc}	3.34±0.01 ^{Babc}	3.45±0.02 ^{Bab}	3.58±0.13 ^{Aa}	3.12±0.01 ^{BCc}	3.47±0.28 ^{Bab}
102	4.09±0.08 ^{Aa}	3.79±0.01 ^{Aab}	3.92±0.04 ^{Aab}	3.96±0.03 ^{Aab}	3.74±0.04 ^{Ab}	4.03±0.16 ^{Aab}	3.88±0.15 ^{Aab}
β-mirsen (RT: 31.764, KI: 1002)^{1, 2, 3, 6}							
0	2.27±0.04 ^{Dab}	2.14±0.08 ^{Eab}	2.14±0.09 ^{Eab}	2.62±0.59 ^{Da}	1.99±0.31 ^{Fb}	2.26±0.08 ^{Fab}	1.98±0.31 ^{Eb}
3	4.66±0.10 ^{Ca}	3.51±0.01 ^{Dcd}	2.96±0.15 ^{De}	3.19±0.08 ^{Cdc}	3.80±0.31 ^{Ebc}	3.54±0.15 ^{Ecd}	4.23±0.26 ^{Dab}
6	4.75±0.03 ^{Cabc}	4.68±0.22 ^{Chcd}	4.86±0.03 ^{Cabc}	4.21±0.39 ^{Bd}	5.20±0.34 ^{Da}	4.43±0.04 ^{Dcd}	5.10±0.17 ^{Cab}
9	6.01±0.15 ^{ABa}	5.52±0.07 ^{Babc}	5.84±0.05 ^{ABab}	5.90±0.08 ^{Aab}	5.66±0.06 ^{CDabc}	5.27±0.18 ^{Cc}	5.46±0.25 ^{BCbc}
12	5.79±0.01 ^{Bab}	5.33±0.07 ^{Bb}	5.55±0.13 ^{Bab}	5.90±0.20 ^{Aa}	5.86±0.02 ^{BCa}	5.65±0.15 ^{BCab}	5.68±0.04 ^{Bab}
42	6.33±0.00 ^{Aab}	6.20±0.18 ^{Aab}	6.03±0.17 ^{ABb}	6.21±0.02 ^{Aab}	6.34±0.04 ^{ABab}	6.60±0.07 ^{Aa}	6.41±0.14 ^{Aab}
72	6.34±0.03 ^{Aa}	5.74±0.10 ^{ABb}	6.22±0.10 ^{Aab}	6.15±0.04 ^{Aab}	6.57±0.13 ^{Aa}	5.82±0.15 ^{Bb}	6.20±0.25 ^{Aab}
102	6.46±0.04 ^{Aa}	6.62±0.04 ^{Bc}	5.61±0.07 ^{Bc}	6.30±0.12 ^{Aab}	5.95±0.02 ^{BCbc}	6.11±0.12 ^{Babc}	5.66±0.19 ^{Bc}
2-Pentil-Furan (RT: 31.976, KI: 1006)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.07±0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ac}	0.00 ^{Ac}	0.07±0.00 ^{Aa}	0.05±0.00 ^{Cb}	0.00 ^{Ac}	0.00 ^{Ac}
3	0.04±0.00 ^{Cc}	0.00 ^{Ad}	0.00 ^{Ad}	0.06±0.00 ^{Bb}	0.08±0.01 ^{Aa}	0.00 ^{Ad}	0.00 ^{Ad}
6	0.05±0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Ac}	0.00 ^{Ac}	0.05±0.01 ^{Cb}	0.06±0.01 ^{Ba}	0.00 ^{Ac}	0.00 ^{Ac}
9	0.05±0.01 ^{Ba}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Db}	0.05±0.01 ^{Ca}	0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ab}
12	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}
42	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}
72	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}
102	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}
α-fellandiren (RT: 32.697, KI: 1021)^{1, 2, 3, 6}							
0	1.84±0.05 ^{Ca}	1.48±0.03 ^{Fb}	1.51±0.01 ^{Eb}	1.77±0.04 ^{Da}	1.49±0.01 ^{Cb}	1.77±0.04 ^{Da}	1.48±0.02 ^{Db}
3	2.27±0.00 ^{Ba}	2.07±0.02 ^{BCab}	1.66±0.01 ^{DEc}	1.98±0.00 ^{BCb}	2.23±0.20 ^{Ba}	2.19±0.05 ^{Ba}	2.06±0.11 ^{BCab}
6	2.20±0.11 ^{Bb}	2.30±0.01 ^{Aab}	2.34±0.00 ^{Aab}	2.13±0.09 ^{Bb}	2.46±0.10 ^{Aa}	2.16±0.08 ^{BCb}	2.17±0.13 ^{ABb}
9	2.55±0.10 ^{Aa}	2.04±0.02 ^{BCDcd}	2.00±0.04 ^{Ccd}	2.39±0.23 ^{Ab}	2.29±0.04 ^{ABb}	2.19±0.16 ^{Bbc}	1.89±0.01 ^{Cd}
12	2.13±0.08 ^{Babc}	1.88±0.03 ^{CDEd}	2.01±0.06 ^{Chcd}	2.31±0.08 ^{ABa}	2.19±0.04 ^{Bab}	1.96±0.12 ^{CDcd}	2.13±0.10 ^{ABabc}
42	2.29±0.08 ^{Bab}	2.16±0.07 ^{ABb}	2.12±0.09 ^{BCb}	2.38±0.01 ^{Aa}	2.26±0.07 ^{ABab}	2.47±0.07 ^{Aa}	2.33±0.05 ^{Aab}
72	2.32±0.03 ^{Bab}	1.86±0.04 ^{DEc}	2.31±0.09 ^{ABab}	2.32±0.00 ^{ABab}	2.35±0.02 ^{ABa}	2.11±0.02 ^{BCb}	2.20±0.07 ^{ABab}
102	2.22±0.01 ^{Ba}	1.83±0.03 ^{Eb}	1.77±0.01 ^{Db}	2.34±0.02 ^{Aa}	2.15±0.05 ^{Ba}	2.12±0.04 ^{BCa}	2.17±0.01 ^{ABa}
Δ³-Karen (RT: 32.888, KI: 1025)^{1, 2, 3, 6}							
0	5.60±0.14 ^{Ab}	5.68±0.26 ^{Ab}	5.71±0.16 ^{Ab}	5.48±0.03 ^{Ab}	6.73±0.32 ^{Aa}	5.71±0.29 ^{Ab}	6.65±0.21 ^{Aa}
3	4.96±0.05 ^{Bb}	5.20±0.08 ^{ABab}	5.35±0.68 ^{ABab}	5.74±0.19 ^{ABa}	5.76±0.32 ^{Ba}	5.48±0.09 ^{ABab}	5.22±0.32 ^{Bab}
6	4.85±0.11 ^{BCa}	4.99±0.21 ^{BCa}	5.35±0.31 ^{ABa}	5.21±0.08 ^{BCa}	5.09±0.34 ^{Ca}	4.86±0.01 ^{Ca}	4.87±0.02 ^{BCa}
9	4.57±0.09 ^{BCabc}	4.52±0.01 ^{CDabc}	4.25±0.11 ^{DEbc}	5.05±0.31 ^{Ca}	5.10±0.04 ^{Ca}	4.78±0.21 ^{Cab}	4.09±0.03 ^{Ec}
12	4.32±0.16 ^{Cabc}	3.96±0.08 ^{Dbc}	4.42±0.11 ^{CDEabc}	4.89±0.14 ^{Ca}	4.66±0.13 ^{Ca}	3.88±0.22 ^{Dc}	4.47±0.32 ^{CDEbc}
42	4.84±0.12 ^{BCab}	4.54±0.24 ^{CDb}	4.74±0.20 ^{CDab}	5.24±0.36 ^{BCa}	4.81±0.19 ^{Cab}	4.95±0.31 ^{BCab}	4.75±0.32 ^{BCDab}
72	4.65±0.08 ^{BCab}	4.06±0.03 ^{Dc}	4.88±0.00 ^{BCab}	5.04±0.00 ^{Ca}	5.06±0.05 ^{Ca}	4.37±0.09 ^{CDbc}	4.53±0.04 ^{CDEabc}
102	4.78±0.06 ^{BCab}	4.11±0.00 ^{Dc}	4.16±0.09 ^{Ec}	5.03±0.12 ^{Ca}	4.92±0.03 ^{Ca}	4.86±0.11 ^{Ca}	4.27±0.14 ^{DEbc}

EK 6 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen fermente sucuklarda belirlenen uçucu aroma bileşikleri (%) (devam)

Süre	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
α-terpinen (RT: 33.370, KI: 1035)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.83±0.04 ^{ABa}	0.72±0.011 ^{Ca}	0.76±0.06 ^{Ba}	0.85±0.07 ^{ABCa}	0.76±0.06 ^{CDa}	0.86±0.08 ^{Ba}	0.78±0.03 ^{Aa}
3	0.81±0.01 ^{ABcd}	0.85±0.00 ^{ABc}	0.68±0.03 ^{BCd}	0.92±0.01 ^{Abc}	1.07±0.10 ^{Aa}	1.04±0.03 ^{Aab}	0.79±0.01 ^{ACd}
6	0.87±0.05 ^{Aab}	0.89±0.01 ^{Aab}	0.92±0.08 ^{Aa}	0.91±0.09 ^{ABa}	0.92±0.02 ^{Ba}	0.87±0.03 ^{Bab}	0.77±0.04 ^{Ab}
9	0.82±0.08 ^{ABa}	0.72±0.03 ^{BCab}	0.63±0.01 ^{BCDb}	0.78±0.06 ^{BCDa}	0.84±0.01 ^{BCa}	0.61±0.19 ^{CDb}	0.61±0.04 ^{Bb}
12	0.65±0.02 ^{CDa}	0.56±0.03 ^{DEa}	0.53±0.01 ^{DEa}	0.65±0.02 ^{Da}	0.63±0.03 ^{DEFa}	0.55±0.04 ^{Da}	0.63±0.04 ^{Ba}
42	0.70±0.02 ^{BCa}	0.61±0.01 ^{CDa}	0.66±0.04 ^{BCDa}	0.67±0.02 ^{Da}	0.61±0.02 ^{EFa}	0.70±0.00 ^{Ca}	0.68±0.00 ^{ABa}
72	0.67±0.02 ^{CDab}	0.57±0.01 ^{DEb}	0.59±0.01 ^{CDab}	0.73±0.01 ^{CDa}	0.66±0.01 ^{DEab}	0.65±0.05 ^{CDab}	0.66±0.03 ^{ABab}
102	0.54±0.00 ^{Da}	0.44±0.01 ^{Ea}	0.43±0.00 ^{Ea}	0.49±0.01 ^{Ea}	0.50±0.01 ^{Fa}	0.53±0.00 ^{Da}	0.47±0.01 ^{Ca}
Oktanal (RT: 33.731, KI: 1041)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.06±0.00 ^{ABa}	0.06±0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ab}	0.06±0.00 ^{ABa}	0.07±0.01 ^{Aa}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Ab}
3	0.05±0.00 ^{Bb}	0.06±0.01 ^{Aab}	0.00 ^{Ac}	0.07±0.00 ^{Aa}	0.07±0.01 ^{Aa}	0.00 ^{Bc}	0.00 ^{Ac}
6	0.07±0.00 ^{Aa}	0.05±0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Ac}	0.07±0.00 ^{Aa}	0.06±0.01 ^{Aab}	0.06±0.01 ^{Aab}	0.00 ^{Ac}
9	0.05±0.00 ^{Ba}	0.03±0.04 ^{Bb}	0.00 ^{Ac}	0.05±0.00 ^{Ba}	0.06±0.01 ^{Aa}	0.06±0.01 ^{Aa}	0.00 ^{Ac}
12	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}
42	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}
72	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}
102	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Aa}
Limonen (RT: 33.922, KI: 1046)^{1, 2, 3, 6}							
0	10.63±0.19 ^{Aa}	10.43±0.09 ^{ABa}	10.62±0.17 ^{ABa}	10.77±0.38 ^{Aa}	10.44±0.08 ^{CDa}	10.04±0.65 ^{BCa}	10.18±0.45 ^{BCDa}
3	10.65±0.12 ^{Aabc}	10.26±0.04 ^{ABbc}	9.85±0.60 ^{BCc}	11.04±0.22 ^{Aab}	11.41±0.42 ^{ABa}	10.81±0.00 ^{ABab}	11.13±0.04 ^{Ab}
6	10.65±0.26 ^{Aa}	10.59±0.22 ^{Aa}	11.14±0.64 ^{Aa}	11.23±0.00 ^{Aa}	11.02±0.39 ^{ABCa}	10.73±0.22 ^{ABa}	10.87±0.31 ^{ABa}
9	10.22±0.02 ^{ABb}	10.21±0.06 ^{ABb}	9.49±0.19 ^{Cbc}	11.28±0.36 ^{Aa}	11.63±0.33 ^{Aa}	10.35±0.54 ^{ABCb}	9.27±0.05 ^{Ec}
12	9.69±0.28 ^{BCb}	8.73±0.07 ^{Ccd}	9.54±0.20 ^{Cbc}	10.76±0.11 ^{Aa}	10.26±0.22 ^{CDab}	8.36±0.54 ^{Ed}	9.96±0.73 ^{CDEab}
42	10.34±0.38 ^{ABcd}	9.63±0.31 ^{Bd}	10.50±0.39 ^{ABabcd}	11.39±0.63 ^{Aa}	10.03±0.33 ^{DCd}	10.98±0.49 ^{Aab}	10.62±0.48 ^{ABCabc}
72	9.90±0.14 ^{ABbc}	8.64±0.03 ^{Cd}	10.46±0.05 ^{ABbc}	10.94±0.01 ^{Aa}	10.71±0.04 ^{BCDab}	9.57±0.42 ^{CDc}	9.70±0.03 ^{DEc}
102	8.89±0.09 ^{Ca}	7.41±0.08 ^{Db}	7.52±0.11 ^{Db}	9.42±0.25 ^{Ba}	9.08±0.00 ^{Ea}	8.95±0.12 ^{DEa}	7.75±0.32 ^{Fb}
p-simen (RT: 34.186, KI: 1051)^{1, 2, 3, 6}							
0	30.92±1.29 ^{ABc}	30.26±0.37 ^{Bc}	29.78±0.31 ^{Cc}	33.01±0.01 ^{Bab}	29.47±0.76 ^{Bc}	34.29±0.41 ^{Aa}	31.99±2.81 ^{Aabc}
3	29.74±0.04 ^{Ac}	34.63±0.40 ^{ABc}	37.32±1.71 ^{Aa}	36.47±0.55 ^{Aab}	31.86±0.21 ^{Adc}	32.86±0.73 ^{ACd}	31.37±0.84 ^{Adc}
6	31.55±0.74 ^{ABc}	32.65±0.86 ^{Aabc}	33.48±0.63 ^{Bab}	34.16±0.10 ^{Ba}	29.00±0.28 ^{Bd}	33.35±1.15 ^{Aab}	30.27±1.46 ^{ACd}
9	26.36±0.87 ^{BCd}	28.25±0.45 ^{Bbc}	27.81±0.48 ^{CDbc}	28.20±0.18 ^{Cbc}	29.38±0.48 ^{Bb}	32.08±1.66 ^{Aa}	24.50±2.25 ^{Bd}
12	25.30±0.28 ^{Ba}	23.29±0.12 ^{Cab}	22.93±0.24 ^{Fab}	24.88±1.21 ^{Da}	23.65±0.54 ^{Cab}	22.08±1.35 ^{Cb}	24.64±1.65 ^{Ba}
42	24.30±0.00 ^{Babc}	23.34±0.25 ^{Cbc}	26.17±0.14 ^{DEa}	24.18±0.51 ^{Dabc}	22.58±0.00 ^{Cc}	25.75±0.21 ^{Bab}	25.01±0.24 ^{Babc}
72	24.62±0.35 ^{Bab}	22.77±0.31 ^{Cb}	24.77±0.27 ^{EFab}	26.18±0.14 ^{CDa}	24.31±0.52 ^{Cab}	24.55±1.47 ^{Bab}	24.18±1.10 ^{Bab}
102	19.24±0.20 ^{Ca}	17.25±0.57 ^{Da}	17.55±0.05 ^{Ga}	18.64±0.57 ^{Ea}	18.11±0.02 ^{Da}	18.54±0.33 ^{Da}	17.29±0.80 ^{Ca}
Heksanoik Asit (RT: 34.649, KI: 1060)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Ea}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}
3	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Ea}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}
6	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Ea}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}
9	0.00 ^{Cc}	0.00 ^{Dc}	0.05±0.00 ^{Db}	0.00 ^{Dc}	0.00 ^{Dc}	0.00 ^{Cc}	0.08±0.02 ^{Ba}
12	0.08±0.00 ^{Bbc}	0.10±0.01 ^{BCab}	0.12±0.01 ^{ABa}	0.07±0.01 ^{Cc}	0.06±0.00 ^{Cc}	0.10±0.00 ^{Bab}	0.08±0.01 ^{Bbc}
42	0.08±0.01 ^{Bab}	0.08±0.00 ^{Cab}	0.07±0.02 ^{Cab}	0.07±0.00 ^{Cab}	0.08±0.01 ^{Ba}	0.06±0.00 ^{Ab}	0.08±0.03 ^{Bab}
72	0.08±0.01 ^{Bbc}	0.12±0.01 ^{ABa}	0.10±0.03 ^{BCab}	0.11±0.03 ^{Ba}	0.07±0.01 ^{BCc}	0.11±0.01 ^{Ba}	0.08±0.01 ^{Bbc}
102	0.14±0.02 ^{Aab}	0.14±0.00 ^{Aab}	0.13±0.00 ^{Aab}	0.15±0.01 ^{Aa}	0.12±0.00 ^{Ab}	0.12±0.01 ^{Bb}	0.15±0.02 ^{Aa}

EK 6 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen fermente sucuklarda belirlenen uçucu aroma bileşikleri (%) (devam)

Süre	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
β-osimen (RT: 34.721, KI: 1063)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.06±0.01 ^{Ba}	0.07±0.01 ^{Ba}	0.07±0.02 ^{Ba}	0.08±0.03 ^{Ba}	0.07±0.01 ^{Ca}	0.08±0.03 ^{Ba}	0.07±0.01 ^{Ba}
3	0.09±0.00 ^{ABa}	0.09±0.03 ^{ABa}	0.02±0.00 ^{Cb}	0.09±0.03 ^{ABa}	0.09±0.01 ^{BCa}	0.09±0.00 ^{ABa}	0.08±0.01 ^{ABa}
6	0.12±0.01 ^{Bab}	0.09±0.01 ^{ABbc}	0.07±0.01 ^{Bc}	0.10±0.02 ^{ABabc}	0.13±0.03 ^{Aa}	0.09±0.00 ^{ABbc}	0.08±0.00 ^{ABc}
9	0.012±0.01 ^{Ba}	0.09±0.00 ^{ABab}	0.09±0.00 ^{ABab}	0.09±0.00 ^{ABab}	0.10±0.00 ^{ABCab}	0.08±0.01 ^{Bb}	0.10±0.01 ^{ABab}
12	0.10±0.00 ^{Ba}	0.09±0.01 ^{ABa}	0.09±0.00 ^{ABa}	0.10±0.00 ^{ABa}	0.10±0.00 ^{ABCa}	0.10±0.00 ^{ABa}	0.10±0.00 ^{ABa}
42	0.11±0.00 ^{Ba}	0.10±0.00 ^{ABa}	0.10±0.00 ^{ABa}	0.10±0.00 ^{ABa}	0.11±0.00 ^{ABa}	0.11±0.00 ^{ABa}	0.11±0.00 ^{Aa}
72	0.11±0.00 ^{Ba}	0.10±0.00 ^{ABa}	0.10±0.00 ^{ABa}	0.10±0.00 ^{ABa}	0.11±0.00 ^{ABa}	0.10±0.01 ^{ABa}	0.10±0.00 ^{ABa}
102	0.12±0.00 ^{Ba}	0.11±0.00 ^{Aa}	0.11±0.00 ^{Aa}	0.11±0.00 ^{Aa}	0.11±0.00 ^{ABa}	0.12±0.00 ^{Aa}	0.11±0.00 ^{Aa}
γ-terpinen (RT: 35.330, KI: 1075)^{1, 2, 3, 6}							
0	9.66±0.05 ^{Ca}	6.97±0.04 ^{Cb}	6.96±0.06 ^{Cb}	10.47±0.67 ^{Ca}	6.16±0.22 ^{Cb}	9.81±0.28 ^{Da}	6.91±0.13 ^{Cb}
3	12.97±0.22 ^{Bab}	11.50±0.20 ^{Bab}	9.43±0.17 ^{Bc}	10.90±0.06 ^{BCbc}	13.19±0.86 ^{Ba}	12.92±0.59 ^{BCab}	12.27±0.28 ^{Bab}
6	13.30±0.50 ^{Bab}	13.87±0.10 ^{Aab}	14.34±1.65 ^{Aab}	12.55±1.82 ^{ABb}	14.95±0.07 ^{ABa}	12.66±0.31 ^{BCb}	13.31±1.05 ^{ABab}
9	15.91±1.41 ^{Aa}	13.79±0.55 ^{ABc}	13.69±0.07 ^{ABc}	14.42±0.50 ^{Aabc}	15.80±1.97 ^{Aab}	11.22±3.20 ^{CDd}	12.53±0.35 ^{ABcd}
12	13.75±0.31 ^{Ba}	12.80±0.62 ^{ABa}	12.39±0.05 ^{Aa}	13.91±0.26 ^{Aa}	13.56±0.49 ^{Ba}	13.28±0.83 ^{BCa}	13.35±0.22 ^{ABa}
42	15.06±0.01 ^{ABa}	14.59±0.20 ^{Aa}	14.40±0.82 ^{Aa}	14.09±0.27 ^{Aa}	14.51±0.39 ^{ABa}	15.34±0.53 ^{Aa}	14.59±0.18 ^{Aa}
72	14.56±0.13 ^{ABa}	12.54±0.24 ^{ABa}	13.87±0.25 ^{Aa}	14.20±0.08 ^{Aa}	14.56±0.41 ^{ABa}	12.62±0.09 ^{BCa}	14.02±0.68 ^{ABa}
102	15.07±0.18 ^{ABa}	13.34±0.34 ^{ABa}	13.10±0.13 ^{Aa}	13.84±0.10 ^{Aa}	13.84±0.10 ^{ABa}	14.37±0.38 ^{ABa}	13.72±0.53 ^{ABa}
Undekan (RT: 36.615, KI: 1100)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.15±0.01 ^{Ca}	0.14±0.01 ^{Ca}	0.15±0.00 ^{Ca}	0.15±0.01 ^{Ca}	0.14±0.01 ^{Ba}	0.14±0.02 ^{Ca}	0.14±0.01 ^{Ca}
3	0.16±0.01 ^{BCab}	0.16±0.01 ^{BCab}	0.15±0.01 ^{Ca}	0.16±0.02 ^{BCab}	0.18±0.02 ^{Aa}	0.17±0.00 ^{DCab}	0.14±0.04 ^{Cb}
6	0.17±0.00 ^{ABCa}	0.18±0.00 ^{ABa}	0.20±0.02 ^{ABa}	0.19±0.00 ^{ABa}	0.20±0.00 ^{Aa}	0.18±0.00 ^{BCa}	0.18±0.00 ^{ABa}
9	0.19±0.00 ^{ABa}	0.18±0.00 ^{ABa}	0.18±0.00 ^{BCa}	0.19±0.01 ^{ABa}	0.19±0.01 ^{Aa}	0.19±0.02 ^{BCa}	0.17±0.01 ^{BCa}
12	0.18±0.01 ^{ABCb}	0.21±0.01 ^{Aab}	0.20±0.01 ^{ABab}	0.20±0.00 ^{Aab}	0.19±0.00 ^{Ab}	0.23±0.02 ^{Aa}	0.19±0.00 ^{ABb}
42	0.20±0.01 ^{Aa}	0.20±0.01 ^{Aa}	0.20±0.00 ^{ABa}	0.21±0.00 ^{Aa}	0.21±0.01 ^{Aa}	0.21±0.01 ^{ABa}	0.21±0.01 ^{Aa}
72	0.19±0.00 ^{ABab}	0.18±0.00 ^{ABb}	0.22±0.00 ^{Aa}	0.20±0.00 ^{Aab}	0.20±0.01 ^{Aab}	0.20±0.01 ^{ABCab}	0.19±0.00 ^{ABab}
102	0.20±0.00 ^{Aa}	0.18±0.01 ^{ABa}	0.19±0.02 ^{ABa}	0.20±0.00 ^{Aa}	0.20±0.00 ^{Aa}	0.19±0.00 ^{BCa}	0.17±0.01 ^{BCa}
α-terpinolen (RT: 36.731, KI: 1105)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.37±0.04 ^{Aa}	0.29±0.01 ^{Bb}	0.31±0.01 ^{CDab}	0.34±0.06 ^{CDab}	0.30±0.00 ^{Bab}	0.30±0.00 ^{Cab}	0.29±0.02 ^{Bb}
3	0.41±0.01 ^{Aab}	0.32±0.00 ^{Bcd}	0.26±0.00 ^{Dd}	0.33±0.00 ^{Dcd}	0.44±0.03 ^{Aa}	0.38±0.01 ^{ABabc}	0.35±0.11 ^{ABc}
6	0.42±0.03 ^{Aab}	0.40±0.04 ^{Aabc}	0.33±0.08 ^{BCDc}	0.36±0.03 ^{BCDbc}	0.46±0.01 ^{Aa}	0.38±0.03 ^{ABbc}	0.42±0.00 ^{Aa}
9	0.43±0.02 ^{Aab}	0.39±0.01 ^{Aab}	0.36±0.00 ^{ABCb}	0.42±0.01 ^{ABab}	0.46±0.01 ^{Aa}	0.41±0.05 ^{ABab}	0.39±0.00 ^{Aab}
12	0.40±0.01 ^{Aa}	0.35±0.02 ^{ABa}	0.35±0.01 ^{ABCa}	0.41±0.01 ^{ABCa}	0.40±0.01 ^{Aa}	0.34±0.03 ^{BCa}	0.39±0.01 ^{Aa}
42	0.43±0.02 ^{Aa}	0.40±0.01 ^{Aa}	0.41±0.00 ^{Aa}	0.42±0.02 ^{ABa}	0.41±0.03 ^{Aa}	0.44±0.01 ^{Aa}	0.42±0.02 ^{Aa}
72	0.42±0.01 ^{Aab}	0.35±0.01 ^{ABb}	0.40±0.02 ^{ABab}	0.45±0.01 ^{Aa}	0.43±0.00 ^{Aa}	0.41±0.03 ^{ABab}	0.41±0.01 ^{Aab}
102	0.41±0.01 ^{Aab}	0.35±0.01 ^{ABb}	0.35±0.00 ^{ABCb}	0.41±0.01 ^{ABCab}	0.42±0.00 ^{Aab}	0.43±0.00 ^{Aa}	0.36±0.01 ^{ABab}
Benzenasetaldehit (RT: 37.035, KI: 1111)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.00 ^{Ea}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ea}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}
3	0.06±0.02 ^{DEa}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ea}	0.00 ^{Ba}	0.01±0.02 ^{Ca}
6	0.10±0.06 ^{DEa}	0.04±0.02 ^{Ba}	0.03±0.05 ^{Ca}	0.10±0.05 ^{Ca}	0.00 ^{Ea}	0.11±0.03 ^{Ba}	0.08±0.06 ^{Ca}
9	0.26±0.06 ^{CDab}	0.11±0.07 ^{Bb}	0.25±0.11 ^{BCab}	0.45±0.12 ^{Ba}	0.19±0.14 ^{DEb}	0.19±0.06 ^{Bb}	0.23±0.13 ^{Cb}
12	0.39±0.01 ^{BCac}	0.12±0.02 ^{Bc}	0.23±0.13 ^{BCbc}	0.37±0.11 ^{Bab}	0.53±0.02 ^{BCa}	0.50±0.12 ^{Bbc}	0.33±0.16 ^{Ba}
42	0.34±0.04 ^{Cbc}	0.17±0.01 ^{ABc}	0.15±0.08 ^{BCc}	0.54±0.14 ^{Bab}	0.39±0.04 ^{CDbc}	0.45±0.11 ^{Aa}	0.39±0.19 ^{Bab}
72	0.61±0.03 ^{ABab}	0.18±0.04 ^{ABc}	0.59±0.00 ^{Aab}	0.38±0.09 ^{Bbc}	0.73±0.12 ^{Ba}	0.68±0.00 ^{Aa}	0.56±0.21 ^{Ba}
102	0.80±0.39 ^{Ac}	0.40±0.00 ^{Ad}	0.38±0.02 ^{Bd}	0.84±0.07 ^{ABc}	1.04±0.10 ^{Aab}	1.24±0.05 ^{Ac}	0.76±0.33 ^{Aa}

EK 6 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen fermente sucuklarda belirlenen uçucu aroma bileşikleri (%) (devam)

Süre	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
Dialil Disülfid (RT: 37.541, KI: 1134)^{1, 4, 5, 6}							
0	3.01±0.01 ^{BCa}	3.25±0.35 ^{ABa}	3.14±0.19 ^{Aa}	2.89±0.16 ^{Aa}	3.42±0.59 ^{ABa}	2.88±0.18 ^{ABa}	3.03±0.04 ^{ABa}
3	3.58±0.50 ^{Ba}	2.19±0.15 ^{Bb}	3.44±0.29 ^{Aa}	3.04±0.15 ^{Aab}	2.22±0.61 ^{Bb}	2.26±0.40 ^{Bb}	3.88±0.64 ^{Aa}
6	4.91±2.18 ^{Aa}	2.84±0.83 ^{ABbc}	1.82±0.02 ^{Bc}	2.85±0.83 ^{Abc}	3.10±1.57 ^{ABb}	3.58±0.32 ^{Ab}	3.65±0.21 ^{Ab}
9	2.18±0.74 ^{Cb}	3.86±0.52 ^{Aa}	3.05±0.11 ^{Aab}	2.58±0.15 ^{Ab}	2.62±0.41 ^{ABb}	2.50±0.33 ^{ABb}	3.96±0.75 ^{Aa}
12	2.59±0.30 ^{BCb}	3.89±1.35 ^{Aa}	2.93±0.37 ^{ABab}	2.93±0.27 ^{Aab}	3.34±0.68 ^{ABab}	3.10±0.04 ^{ABab}	3.32±0.27 ^{ABab}
42	2.72±0.62 ^{BCa}	2.45±0.07 ^{Ba}	3.28±0.17 ^{Aa}	2.41±0.52 ^{Aa}	2.42±0.35 ^{ABa}	2.39±0.05 ^{ABa}	2.39±0.19 ^{Ba}
72	2.59±0.03 ^{BCa}	2.47±0.02 ^{Ba}	2.44±0.29 ^{ABa}	2.18±0.04 ^{Aa}	2.85±0.05 ^{ABa}	2.94±0.06 ^{ABa}	2.91±0.07 ^{ABa}
102	2.89±0.07 ^{BCa}	3.37±0.12 ^{ABa}	3.28±0.17 ^{Aa}	1.82±0.0A2 ^{Ab}	3.51±0.22 ^{Aa}	3.28±0.02 ^{ABa}	3.05±0.06 ^{ABa}
2-propenil propil disülfid (RT: 38.018, KI: 1140)^{1, 2, 8}							
0	0.13±0.00 ^b	0.22±0.03 ^a	0.22±0.03 ^a	0.15±0.07 ^{ab}	0.20±0.01 ^{ab}	0.16±0.06 ^{ab}	0.17±0.04 ^{ab}
3	0.15±0.01 ^{ab}	0.11±0.01 ^{ab}	0.18±0.00 ^a	0.12±0.00 ^{ab}	0.09±0.01 ^b	0.11±0.02 ^{ab}	0.16±0.02 ^{ab}
6	0.19±0.06 ^a	0.11±0.02 ^{ab}	0.08±0.00 ^b	0.12±0.03 ^{ab}	0.16±0.14 ^{ab}	0.12±0.00 ^{ab}	0.13±0.01 ^{ab}
9	0.09±0.02 ^b	0.15±0.01 ^{ab}	0.16±0.01 ^{ab}	0.10±0.00 ^{ab}	0.10±0.02 ^{ab}	0.11±0.01 ^{ab}	0.18±0.05 ^a
12	0.11±0.01 ^a	0.14±0.05 ^a	0.13±0.01 ^a	0.11±0.01 ^a	0.12±0.02 ^a	0.12±0.00 ^a	0.11±0.01 ^a
42	0.11±0.01 ^a	0.10±0.00 ^a	0.14±0.01 ^a	0.11±0.03 ^a	0.09±0.01 ^a	0.09±0.01 ^a	0.10±0.01 ^a
72	0.11±0.00 ^a	0.11±0.00 ^a	0.12±0.01 ^a	0.10±0.00 ^a	0.11±0.00 ^a	0.12±0.00 ^a	0.11±0.00 ^a
102	0.12±0.01 ^a	0.14±0.00 ^a	0.15±0.01 ^a	0.13±0.00 ^a	0.14±0.01 ^a	0.13±0.00 ^a	0.11±0.00 ^a
Di(1-propenil)-disülfid (RT: 38.353, KI: 1145)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.26±0.01 ^{ABbc}	0.45±0.01 ^{Aa}	0.46±0.02 ^{Aa}	0.24±0.01 ^{Ac}	0.36±0.00 ^{Aab}	0.24±0.02 ^c	0.25±0.00 ^{ABCbc}
3	0.30±0.01 ^{Aa}	0.23±0.00 ^{Bab}	0.29±0.05 ^{Cab}	0.21±0.02 ^{ABab}	0.18±0.00 ^{Bb}	0.23±0.04 ^{ab}	0.32±0.04 ^{Aa}
6	0.21±0.01 ^{ABbc}	0.23±0.02 ^{Babc}	0.27±0.01 ^{Cab}	0.15±0.03 ^{ABc}	0.34±0.23 ^{Aa}	0.20±0.00 ^{bc}	0.20±0.00 ^{BCbc}
9	0.16±0.02 ^{Bb}	0.29±0.00 ^{Ba}	0.38±0.02 ^{ABCa}	0.16±0.01 ^{ABb}	0.15±0.01 ^{Bb}	0.17±0.03 ^b	0.31±0.11 ^{ABa}
12	0.18±0.01 ^{Bb}	0.26±0.05 ^{Bab}	0.35±0.01 ^{ABCa}	0.15±0.02 ^{ABb}	0.20±0.02 ^{Bb}	0.26±0.03 ^{ab}	0.20±0.00 ^{BCb}
42	0.19±0.02 ^{ABabc}	0.27±0.02 ^{Bab}	0.30±0.02 ^{BCa}	0.13±0.01 ^{ABc}	0.17±0.03 ^{Bbc}	0.17±0.03 ^{bc}	0.19±0.05 ^{Cabc}
72	0.17±0.00 ^{Babc}	0.25±0.01 ^{Bab}	0.28±0.01 ^{Ca}	0.11±0.01 ^{Bc}	0.15±0.01 ^{Bbc}	0.17±0.00 ^{abc}	0.16±0.04 ^{Cbc}
102	0.15±0.01 ^{Bc}	0.30±0.00 ^{Bb}	0.41±0.00 ^{ABa}	0.12±0.01 ^{Bc}	0.19±0.02 ^{Bbc}	0.18±0.01 ^c	0.20±0.00 ^{BCbc}
Linalol (RT: 38.469, KI: 1148)^{1, 3, 6}							
0	0.18±0.00 ^B	0.27±0.01 ^A	0.21±0.01 ^{ABC}	0.19±0.00 ^{ABC}	0.20±0.01 ^B	0.15±0.00 ^D	0.14±0.01 ^D
3	0.20±0.02 ^B	0.17±0.00 ^B	0.17±0.02 ^C	0.13±0.00 ^C	0.17±0.02 ^B	0.17±0.00 ^{CD}	0.17±0.02 ^{ABCD}
6	0.17±0.00 ^B	0.19±0.01 ^B	0.20±0.01 ^{BC}	0.16±0.01 ^{BC}	0.18±0.00 ^B	0.18±0.02 ^{BCD}	0.18±0.00 ^{BCD}
9	0.21±0.01 ^B	0.22±0.00 ^{AB}	0.22±0.01 ^{ABC}	0.21±0.01 ^{AB}	0.21±0.00 ^B	0.23±0.00 ^{BC}	0.21±0.00 ^{ABC}
12	0.22±0.00 ^B	0.19±0.07 ^B	0.28±0.01 ^A	0.24±0.01 ^A	0.24±0.01 ^B	0.23±0.02 ^{BC}	0.24±0.01 ^{ABC}
42	0.23±0.00 ^B	0.23±0.00 ^{AB}	0.25±0.02 ^{AB}	0.23±0.01 ^{AB}	0.23±0.01 ^B	0.25±0.02 ^B	0.23±0.01 ^A
72	0.20±0.04 ^B	0.18±0.00 ^B	0.24±0.07 ^{ABC}	0.23±0.02 ^{AB}	0.20±0.02 ^B	0.22±0.01 ^{BCD}	0.20±0.02 ^{CD}
102	0.32±0.01 ^A	0.22±0.00 ^{AB}	0.25±0.06 ^{AB}	0.22±0.00 ^{AB}	0.32±0.00 ^A	0.32±0.01 ^A	0.32±0.00 ^{AB}
4-terpineol (RT: 41.370, KI: 1232)^{1, 3, 4, 8}							
0	0.06±0.00 ^{Aa}	0.07±0.02 ^{Aa}	0.05±0.01 ^{Aa}	0.07±0.01 ^{Aa}	0.05±0.01 ^{Aa}	0.08±0.03 ^{BCa}	0.05±0.02 ^{Ba}
3	0.06±0.00 ^{Aab}	0.05±0.00 ^{Aab}	0.06±0.04 ^{Aab}	0.03±0.00 ^{Ab}	0.07±0.02 ^{Aab}	0.06±0.00 ^{BCab}	0.08±0.03 ^{ABa}
6	0.04±0.01 ^{Ab}	0.06±0.00 ^{Aab}	0.08±0.01 ^{Aab}	0.04±0.01 ^{Ab}	0.07±0.03 ^{Aab}	0.04±0.00 ^{Ab}	0.10±0.05 ^{ABa}
9	0.08±0.02 ^{Abc}	0.06±0.00 ^{Ac}	0.07±0.01 ^{Abc}	0.07±0.01 ^{Abc}	0.10±0.05 ^{Aabc}	0.11±0.08 ^{Bab}	0.13±0.04 ^{Aa}
12	0.05±0.00 ^{Aa}	0.07±0.00 ^{Aa}	0.07±0.00 ^{Aa}	0.05±0.00 ^{Aa}	0.06±0.00 ^{Aa}	0.08±0.01 ^{BCa}	0.06±0.01 ^{Ba}
42	0.06±0.00 ^{Aa}	0.06±0.00 ^{Aa}	0.05±0.01 ^{Aa}	0.05±0.00 ^{Aa}	0.06±0.00 ^{Aa}	0.06±0.00 ^{BCa}	0.06±0.00 ^{Ba}
72	0.05±0.00 ^{Aa}	0.06±0.00 ^{Aa}	0.06±0.00 ^{Aa}	0.05±0.00 ^{Aa}	0.05±0.00 ^{Aa}	0.05±0.00 ^{Ca}	0.06±0.00 ^{Ba}
102	0.06±0.00 ^{Aa}	0.07±0.00 ^{Aa}	0.06±0.00 ^{Aa}	0.06±0.00 ^{Aa}	0.06±0.00 ^{Aa}	0.06±0.00 ^{BCa}	0.06±0.00 ^{Ba}

EK 6 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen fermente sucuklarda belirlenen uçucu aroma bileşikleri (%) (devam)

Süre	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
Dekanal (RT: 41.972, KI: 1255)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.56±0.01 ^{Ad}	1.32±0.03 ^{Aa}	1.29±0.01 ^{Aa}	0.18±0.02 ^{Ac}	1.06±0.05 ^{Ab}	1.01±0.12 ^{Ab}	0.91±0.27 ^{Ac}
3	0.13±0.01 ^{Ba}	0.07±0.03 ^{Ca}	0.20±0.1 ^{Ba}	0.08±0.03 ^{Aa}	0.05±0.00 ^{Ba}	0.06±0.02 ^{Ba}	0.13±0.02 ^{Ba}
6	0.08±0.01 ^{Ba}	0.06±0.01 ^{Ca}	0.08±0.00 ^{Ba}	0.10±0.02 ^{Aa}	0.08±0.04 ^{Ba}	0.11±0.01 ^{Ba}	0.12±0.02 ^{Ba}
9	0.09±0.04 ^{Ba}	0.12±0.00 ^{BCa}	0.12±0.05 ^{Ba}	0.08±0.05 ^{Aa}	0.13±0.02 ^{Ba}	0.09±0.04 ^{Ba}	0.09±0.02 ^{Ba}
12	0.06±0.01 ^{Ba}	0.13±0.08 ^{BCa}	0.09±0.00 ^{Ba}	0.06±0.01 ^{Aa}	0.13±0.02 ^{Ba}	0.10±0.03 ^{Ba}	0.07±0.00 ^{Ba}
42	0.13±0.08 ^{Ba}	0.18±0.01 ^{BCa}	0.07±0.00 ^{Ba}	0.11±0.07 ^{Aa}	0.16±0.02 ^B	0.13±0.07 ^{Ba}	0.08±0.00 ^{Ba}
72	0.8±0.01 ^{Ba}	0.20±0.01 ^{BCa}	0.19±0.02 ^{Ba}	0.07±0.00 ^{Aa}	0.09±0.02 ^B	0.14±0.08 ^{Ba}	0.08±0.01 ^{Ba}
102	0.14±0.08 ^{Bab}	0.23±0.00 ^{Ba}	0.22±0.00 ^{Bab}	0.14±0.00 ^{Aab}	0.07±0.00 ^{Bb}	0.07±0.00 ^{Bb}	0.18±0.00 ^{Bab}
Kuminaldehit (RT: 43.562, KI: 1321)^{1, 2, 3, 6}							
0	7.98±0.02 ^{ABdc}	12.97±0.04 ^{ABab}	13.91±0.13 ^{Ba}	5.81±0.27 ^{ABc}	10.91±0.13 ^{Abc}	9.70±0.42 ^{ABcd}	9.81±0.27 ^{ABcd}
3	7.23±0.07 ^{ABa}	5.76±0.20 ^{CDab}	6.93±1.97 ^{Da}	4.75±0.47 ^{ABabc}	3.00±1.34 ^{Dc}	3.25±0.76 ^{Ebc}	7.18±1.29 ^{BCa}
6	4.06±1.20 ^{Ca}	3.87±0.46 ^{Da}	3.30±0.03 ^{Ea}	4.42±0.73 ^{Ba}	3.59±1.91 ^{Da}	5.37±0.22 ^{DEa}	5.45±0.98 ^{Ca}
9	6.15±0.58 ^{BCc}	7.76±0.23 ^{CBc}	10.65±0.03 ^{Ca}	6.26±1.06 ^{ABc}	5.42±0.12 ^{CDc}	5.44±1.27 ^{DEc}	9.56±2.34 ^{ABab}
12	8.67±0.42 ^{ABbc}	10.86±0.80 ^{Bab}	11.64±0.10 ^{BCa}	6.49±0.09 ^{ABc}	9.06±0.75 ^{ABabc}	11.63±2.71 ^{Aa}	9.19±2.17 ^{ABab}
42	7.93±0.02 ^{ABab}	9.51±0.35 ^{Ca}	7.67±0.11 ^{Dab}	6.83±0.60 ^{ABab}	9.23±1.99 ^{ABab}	6.69±0.35 ^{CDb}	7.88±0.90 ^{BCab}
72	7.63±0.42 ^{ABb}	11.68±0.64 ^{ABa}	7.71±0.23 ^{Db}	4.87±0.16 ^{ABc}	6.88±0.18 ^{BCbc}	8.61±0.67 ^{BCb}	8.03±0.60 ^{BCb}
102	9.05±0.00 ^{Ad}	13.83±0.34 ^{Ab}	16.68±0.12 ^{Aa}	7.51±0.52 ^{Ad}	9.70±0.00 ^{Acd}	9.55±0.51 ^{ABcd}	11.85±1.66 ^{Abc}
<i>p</i>-mentha-1,3-dien-7-al (RT: 44.524, KI: 1367)^{1, 2, 3, 6}							
0	1.35±0.07 ^{Abc}	1.64±0.07 ^{Aab}	1.83±0.04 ^{Aa}	1.05±0.07 ^{Ac}	1.55±0.07 ^{Aab}	1.37±0.04 ^{Abc}	1.08±0.03 ^{ABc}
3	1.39±0.11 ^{Aa}	0.87±0.04 ^{BCb}	0.84±0.24 ^{BCDb}	0.75±0.08 ^{ABb}	0.74±0.18 ^{CDb}	0.79±0.09 ^{Bb}	1.30±0.26 ^{Aa}
6	0.80±0.17 ^{CDa}	0.78±0.00 ^{Ca}	0.70±0.03 ^{CDa}	0.81±0.03 ^{ABa}	0.91±0.29 ^{CDa}	0.92±0.05 ^{Ba}	1.08±0.18 ^{AB}
9	1.16±0.06 ^{ABCa}	1.27±0.09 ^{ABa}	1.16±0.07 ^{Ba}	1.09±0.08 ^{Aa}	1.08±0.07 ^{BCa}	0.61±0.03 ^{Bb}	1.50±0.48 ^{Aa}
12	1.28±0.06 ^{ABa}	1.16±0.00 ^{BCa}	1.10±0.16 ^{BCa}	1.04±0.02 ^{Aa}	1.35±0.12 ^{ABa}	1.37±0.39 ^{Aa}	1.18±0.37 ^{Aa}
42	1.05±0.23 ^{BCDa}	1.02±0.02 ^{BCa}	0.73±0.11 ^{CDa}	0.97±0.02 ^{ABa}	0.98±0.21 ^{BCDa}	0.78±0.04 ^{Ba}	1.13±0.22 ^{ABa}
72	0.69±0.00 ^{Da}	0.83±0.15 ^{Ca}	0.49±0.01 ^{Da}	0.58±0.06 ^{Ba}	0.64±0.05 ^{Ca}	0.65±0.10 ^{Ba}	0.73±0.09 ^{Ba}
102	0.90±0.04 ^{BCDa}	1.04±0.05 ^{BCa}	0.78±0.04 ^{BCDa}	0.79±0.03 ^{ABa}	0.94±0.02 ^{BCDa}	0.90±0.06 ^{Ba}	1.07±0.13 ^{ABa}
<i>p</i>-mentha-1,4-dien-7-al (RT: 44.610, KI: 1372)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.47±0.04 ^{Da}	0.65±0.07 ^{DEa}	0.69±0.02 ^{CDa}	0.45±0.07 ^{DEa}	0.57±0.04 ^{DEa}	0.49±0.01 ^{Da}	0.46±0.06 ^{Da}
3	0.55±0.03 ^{CDa}	0.37±0.03 ^{Ea}	0.38±0.11 ^{Da}	0.29±0.04 ^{Ea}	0.36±0.10 ^{Ea}	0.35±0.05 ^{Da}	0.54±0.08 ^{Da}
6	0.42±0.10 ^{Da}	0.45±0.01 ^{Ea}	0.42±0.02 ^{Da}	0.42±0.01 ^{DEa}	0.50±0.10 ^{DEa}	0.46±0.01 ^{Da}	0.60±0.05 ^{Da}
9	0.88±0.08 ^{Cb}	0.83±0.00 ^{Db}	0.90±0.00 ^{Cb}	0.74±0.08 ^{CDb}	0.75±0.06 ^{Db}	0.62±0.05 ^{Db}	1.34±0.38 ^{Ca}
12	1.28±0.11 ^{Bab}	1.46±0.05 ^{Ca}	1.28±0.18 ^{Bab}	0.94±0.04 ^{BCb}	1.32±0.08 ^{Ca}	1.56±0.20 ^{BCa}	1.36±0.34 ^{Ca}
42	1.54±0.02 ^{Bab}	1.43±0.08 ^{Cab}	1.01±0.02 ^{BCc}	1.24±0.09 ^{Bbc}	1.70±0.19 ^{Ba}	1.26±0.03 ^{Cbc}	1.45±0.07 ^{BCab}
72	1.58±0.09 ^{Bab}	1.88±0.16 ^{Ba}	1.36±0.02 ^{Bbc}	1.11±0.08 ^{BCc}	1.58±0.00 ^{BCab}	1.70±0.20 ^{Bab}	1.75±0.20 ^{Bab}
102	2.99±0.13 ^{Aab}	3.29±0.06 ^{Aa}	2.80±0.13 ^{Ab}	2.41±0.16 ^{Ac}	2.77±0.03 ^{Ab}	2.90±0.15 ^{Ab}	3.31±0.54 ^{Aa}
<i>p</i>-simen-7-ol (RT: 44.705, KI: 1376)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.28±0.03 ^{Bab}	0.15±0.07 ^{CDab}	0.13±0.03 ^{Cb}	0.36±0.02 ^{Aa}	0.13±0.03 ^{Bb}	0.19±0.01 ^{BCab}	0.09±0.01 ^{Bb}
3	0.37±0.02 ^{ABc}	0.28±0.01 ^{Cc}	0.18±0.07 ^{BCc}	0.17±0.02 ^{ABc}	1.10±0.11 ^{Aa}	0.80±0.19 ^{Ab}	0.37±0.06 ^{Ac}
6	0.50±0.26 ^{Ac}	0.80±0.20 ^{Ab}	1.50±0.23 ^{Aa}	0.31±0.00 ^{Ac}	0.96±0.28 ^{Ab}	0.30±0.05 ^{Bc}	0.49±0.01 ^{Ac}
9	0.00 ^{Cb}	0.50±0.04 ^{Ba}	0.35±0.00 ^B	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Cb}	0.00 ^{Bb}
12	0.00 ^{CCb}	0.77±0.07 ^{Aa}	0.00 ^{Cb}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Cb}	0.00 ^{Bb}
42	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}
72	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}
102	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}

EK 6 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen fermente sucuklarda belirlenen uçucu aroma bileşikleri (%) (devam)

Süre	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
α-kopaen (RT: 45.484, KI: 1414)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.36±0.06 ^{BCa}	0.37±0.04 ^{ABCa}	0.27±0.05 ^{Ba}	0.28±0.03 ^{ABa}	0.27±0.05 ^{CDa}	0.24±0.09 ^{Ca}	0.27±0.05 ^{CDa}
3	0.24±0.02 ^{Ca}	0.23±0.05 ^{Ca}	0.19±0.02 ^{Ba}	0.18±0.01 ^{Ba}	0.19±0.02 ^{Da}	0.26±0.04 ^{Ca}	0.23±0.04 ^{Da}
6	0.26±0.02 ^{Ca}	0.30±0.06 ^{BCa}	0.29±0.01 ^{Ba}	0.27±0.03 ^{ABa}	0.34±0.00 ^{BCDa}	0.20±0.00 ^{Ca}	0.31±0.07 ^{BCDa}
9	0.31±0.06 ^{BCb}	0.29±0.06 ^{BCb}	0.22±0.01 ^{Bb}	0.27±0.02 ^{ABb}	0.37±0.01 ^{ABCDb}	0.57±0.16 ^{Aa}	0.68±0.04 ^{Aa}
12	0.57±0.05 ^{Aa}	0.44±0.14 ^{ABab}	0.36±0.04 ^{Bb}	0.41±0.06 ^{Aab}	0.40±0.05 ^{ABCab}	0.37±0.01 ^{BCb}	0.43±0.03 ^{BCab}
42	0.37±0.04 ^{BCa}	0.39±0.05 ^{ABCa}	0.34±0.05 ^{Ba}	0.40±0.05 ^{Aa}	0.49±0.11 ^{ABa}	0.34±0.04 ^{Ca}	0.39±0.12 ^{BCDa}
72	0.41±0.06 ^{ABCa}	0.42±0.02 ^{ABCa}	0.56±0.21 ^{Aa}	0.45±0.04 ^{Aa}	0.48±0.12 ^{ABa}	0.54±0.13 ^{ABa}	0.48±0.08 ^{Ba}
102	0.48±0.04 ^{ABb}	0.53±0.08 ^{Aab}	0.36±0.02 ^{Bb}	0.43±0.01 ^{Ab}	0.54±0.07 ^{Aab}	0.70±0.06 ^{Aa}	0.41±0.04 ^{BCDb}
β-elemen (RT: 45.879, KI: 1431)^{1, 3, 4, 7}							
0	0.10±0.01 ^{Aa}	0.10±0.01 ^{Ba}	0.09±0.01 ^{ABa}	0.10±0.01 ^{ABa}	0.09±0.01 ^{BCa}	0.09±0.01 ^{Ba}	0.09±0.01 ^{Aa}
3	0.07±0.00 ^{Aa}	0.08±0.01 ^{Ba}	0.07±0.01 ^{Ba}	0.06±0.00 ^{Ba}	0.07±0.01 ^{Ca}	0.08±0.00 ^{Ba}	0.08±0.01 ^{Aa}
6	0.07±0.00 ^{Aa}	0.08±0.00 ^{Ba}	0.07±0.02 ^{Ba}	0.08±0.00 ^{ABa}	0.08±0.00 ^{BC}	0.07±0.00 ^B	0.10±0.02 ^{Aa}
9	0.09±0.01 ^{Aab}	0.09±0.01 ^{Bab}	0.06±0.00 ^{Bb}	0.08±0.00 ^{ABab}	0.09±0.01 ^{BCab}	0.11±0.06 ^{Ba}	0.11±0.06 ^{Aab}
12	0.13±0.01 ^{Aa}	0.12±0.03 ^{Ba}	0.11±0.02 ^{ABa}	0.09±0.01 ^{ABa}	0.11±0.00 ^{BCa}	0.11±0.01 ^{Ba}	0.12±0.03 ^{Aa}
42	0.10±0.00 ^{Aab}	0.10±0.00 ^{Bab}	0.09±0.00 ^{ABb}	0.11±0.00 ^{ABab}	0.15±0.05 ^{Ba}	0.08±0.01 ^{Bb}	0.10±0.02 ^{Aab}
72	0.13±0.05 ^{Ab}	0.10±0.00 ^{Bb}	0.15±0.06 ^{Aab}	0.13±0.00 ^{ABb}	0.13±0.04 ^{BCb}	0.19±0.01 ^{Aa}	0.15±0.03 ^{Aab}
102	0.14±0.01 ^{Ab}	0.23±0.11 ^{Aa}	0.12±0.01 ^{ABb}	0.15±0.01 ^{Ab}	0.24±0.00 ^{Aa}	0.25±0.02 ^{Aa}	0.14±0.02 ^{Ab}
İsokaryofillen (RT: 46.424, KI: 1456)^{1, 2, 3, 6}							
0	1.02±0.03 ^{Aab}	1.30±0.42 ^{Aa}	1.07±0.10 ^{Aab}	1.04±0.05 ^{Aab}	1.06±0.09 ^{Aab}	0.96±0.06 ^{Ab}	1.07±0.10 ^{ABab}
3	0.81±0.02 ^{ABa}	0.75±0.04 ^{Ba}	0.88±0.10 ^{ABa}	0.81±0.01 ^{ABa}	0.74±0.02 ^{Ba}	0.87±0.03 ^{ABa}	0.96±0.06 ^{ABCa}
6	0.83±0.00 ^{ABb}	0.73±0.01 ^{Bbc}	0.49±0.04 ^{Dc}	0.89±0.12 ^{ABab}	0.70±0.02 ^{Bbc}	0.84±0.03 ^{ABb}	1.11±0.25 ^{Aa}
9	0.67±0.17 ^{Bbc}	0.94±0.14 ^{Bab}	0.65±0.05 ^{BCDcd}	0.81±0.09 ^{ABabc}	1.03±0.00 ^{Aa}	0.40±0.08 ^{Cd}	0.90±0.00 ^{ABCDabc}
12	0.86±0.02 ^{ABa}	0.88±0.03 ^{Ba}	0.79±0.11 ^{BCa}	0.69±0.03 ^{BCa}	0.87±0.05 ^{ABa}	0.75±0.05 ^{ABa}	0.82±0.12 ^{BCDa}
42	0.83±0.03 ^{ABa}	0.66±0.05 ^{Ba}	0.74±0.03 ^{BCDa}	0.80±0.07 ^{ABa}	0.74±0.02 ^{Ba}	0.64±0.02 ^{BCa}	0.77±0.13 ^{CDa}
72	0.76±0.05 ^{ABa}	0.85±0.04 ^{Ba}	0.76±0.14 ^{BCDa}	0.81±0.10 ^{ABa}	0.84±0.05 ^{ABa}	0.94±0.06 ^{Aa}	0.84±0.07 ^{ABCDa}
102	0.79±0.03 ^{ABab}	0.92±0.09 ^{Ba}	0.58±0.00 ^{CDb}	0.52±0.01 ^{Cb}	0.88±0.03 ^{ABa}	0.94±0.05 ^{Aa}	0.67±0.04 ^{Dab}
β-karyofillen (RT: 46.889, KI: 1477)^{1, 2, 3, 6}							
0	2.03±0.05 ^{Ca}	2.17±0.24 ^{CDa}	1.90±0.14 ^{CDa}	2.10±0.14 ^{CDEa}	1.91±0.12 ^{Da}	1.82±0.26 ^{CDa}	1.89±0.15 ^{Ea}
3	1.80±0.16 ^{Ca}	1.78±0.17 ^{Da}	1.48±0.16 ^{Da}	1.40±0.05 ^{Ea}	1.88±0.28 ^{Da}	2.10±0.21 ^{CDa}	1.85±0.15 ^{Ea}
6	1.81±0.02 ^{Cab}	2.03±0.14 ^{Dab}	1.84±0.21 ^{CDab}	1.86±0.07 ^{DEab}	2.38±0.10 ^{CDab}	1.59±0.02 ^{Db}	2.41±0.50 ^{DEa}
9	2.87±0.22 ^{Bab}	2.27±0.26 ^{CDabc}	1.94±0.14 ^{CDc}	2.29±0.26 ^{BCDabc}	2.35±0.09 ^{CDabc}	2.22±0.33 ^{CDbc}	3.03±0.45 ^{CDa}
12	3.03±0.10 ^{Bb}	3.02±0.64 ^{Bb}	3.04±0.27 ^{ABb}	2.70±0.47 ^{BCb}	2.88±0.24 ^{BCb}	2.99±0.11 ^{Bb}	3.85±0.79 ^{ABa}
42	3.10±0.04 ^{Ba}	2.91±0.26 ^{BCa}	2.50±3.26 ^{BCa}	2.98±0.02 ^{Ba}	3.26±0.27 ^{Ba}	2.46±0.11 ^{BCa}	3.20±0.14 ^{BCa}
72	2.78±0.17 ^{Ba}	3.09±0.03 ^{Ba}	3.26±0.39 ^{Aa}	2.66±0.29 ^{BCa}	2.92±0.23 ^{BCa}	3.11±0.26 ^{Ba}	2.86±0.43 ^{CDa}
102	4.59±0.42 ^{Aa}	4.82±0.18 ^{Aa}	3.52±0.27 ^{Ab}	4.66±0.10 ^{Aa}	4.30±0.02 ^{Aa}	4.70±0.25 ^{Aa}	4.10±0.54 ^{Aab}
Pentadekan (RT: 47.436, KI: 1500)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.02±0.03 ^{BCa}	0.00 ^{Da}
3	0.05±0.00 ^{Ba}	0.05±0.00 ^{Aa}	0.02±0.03 ^{Bab}	0.00 ^{Bb}	0.05±0.00 ^{Aa}	0.06±0.00 ^{ABa}	0.05±0.00 ^{Ca}
6	0.05±0.00 ^{Bab}	0.06±0.00 ^{Aab}	0.04±0.00 ^{ABab}	0.05±0.01 ^{Aab}	0.04±0.05 ^{ABab}	0.02±0.03 ^{BCb}	0.08±0.00 ^{Ca}
9	0.13±0.01 ^{Ab}	0.08±0.00 ^{Ac}	0.08±0.00 ^{Ac}	0.08±0.00 ^{Ac}	0.08±0.00 ^{Ac}	0.10±0.01 ^{Abc}	0.19±0.00 ^{Aa}
12	0.00 ^{Cb}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Bba}	0.00 ^{Cb}	0.14±0.09 ^{Ba}
42	0.00 ^{Cb}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Bb}	0.00 ^{Bba}	0.00 ^{Cb}	0.14±0.00 ^{Ba}
72	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Da}
102	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Da}

EK 6 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen fermente sucuklarda belirlenen uçucu aroma bileşikleri (%) (devam)

Süre	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
α-humulen (RT: 47.774, KI: 1514)^{1, 3, 4, 6}							
0	0.11±0.02 ^{CDE}	0.12±0.03 ^{BC}	0.10±0.00 ^{BC}	0.11±0.02 ^{BC}	0.11±0.01 ^{BCa}	0.11±0.01 ^{Ca}	0.11±0.01 ^{DEa}
3	0.10±0.01 ^{DEab}	0.09±0.01 ^{Cab}	0.08±0.01 ^{Cb}	0.07±0.00 ^{Cb}	0.10±0.01 ^{Cab}	0.13±0.02 ^{BCa}	0.10±0.01 ^{Eab}
6	0.09±0.01 ^{Ea}	0.11±0.02 ^{Ca}	0.09±0.01 ^{BCa}	0.11±0.01 ^{BCa}	0.13±0.01 ^{BCa}	0.09±0.01 ^{Ca}	0.13±0.03 ^{CDEa}
9	0.15±0.00 ^{BCDEb}	0.13±0.00 ^{BCbc}	0.10±0.01 ^{BCc}	0.12±0.01 ^{BCbc}	0.12±0.01 ^{BCbc}	0.13±0.04 ^{BCbc}	0.20±0.03 ^{ABa}
12	0.19±0.02 ^{ABa}	0.18±0.06 ^{Ba}	0.18±0.04 ^{Aa}	0.15±0.04 ^{Ba}	0.17±0.01 ^{Ba}	0.18±0.01 ^{Ba}	0.17±0.06 ^{ABCDa}
42	0.16±0.02 ^{BCDab}	0.14±0.01 ^{BCab}	0.15±0.00 ^{ABab}	0.17±0.02 ^{Ba}	0.16±0.01 ^{BCab}	0.12±0.01 ^{BCb}	0.16±0.01 ^{BCDEab}
72	0.17±0.01 ^{BCa}	0.18±0.02 ^{Ba}	0.18±0.04 ^{Aa}	0.16±0.02 ^{Ba}	0.15±0.01 ^{BCa}	0.18±0.01 ^{Ba}	0.18±0.04 ^{ABCa}
102	0.24±0.00 ^{Ab}	0.28±0.02 ^{Aa}	0.18±0.01 ^{Ac}	0.23±0.01 ^{Ab}	0.23±0.02 ^{Ab}	0.28±0.02 ^{Aa}	0.23±0.03 ^{Ab}
β-selinen^{1, 3, 6} RT: 48.595, KI: 1545)^{1, 3, 6}							
0	0.05±0.00 ^B	0.06±0.02 ^C	0.06±0.01 ^C	0.06±0.01 ^B	0.05±0.00 ^C	0.05±0.00 ^B	0.06±0.01 ^{BC}
3	0.05±0.00 ^B	0.05±0.00 ^C	0.02±0.03 ^D	0.04±0.00 ^B	0.05±0.00 ^C	0.06±0.02 ^B	0.05±0.01 ^C
6	0.05±0.00 ^B	0.05±0.00 ^C	0.02±0.03 ^D	0.05±0.00 ^B	0.06±0.00 ^C	0.05±0.00 ^B	0.07±0.01 ^{BC}
9	0.06±0.01 ^B	0.06±0.00 ^C	0.07±0.00 ^{BC}	0.07±0.01 ^B	0.07±0.00 ^{BC}	0.07±0.00 ^B	0.10±0.01 ^{AB}
12	0.09±0.00 ^{AB}	0.11±0.02 ^{AB}	0.10±0.00 ^{AB}	0.07±0.01 ^B	0.08±0.01 ^{BC}	0.07±0.00 ^B	0.07±0.02 ^{BC}
42	0.11±0.00 ^A	0.08±0.01 ^{BC}	0.06±0.00 ^C	0.08±0.00 ^B	0.10±0.02 ^{AB}	0.06±0.00 ^B	0.07±0.01 ^{ABC}
72	0.07±0.00 ^B	0.09±0.00 ^{BC}	0.11±0.05 ^A	0.06±0.01 ^B	0.09±0.04 ^{ABC}	0.08±0.00 ^B	0.08±0.02 ^{ABC}
102	0.12±0.01 ^A	0.14±0.01 ^A	0.10±0.01 ^{AB}	0.13±0.01 ^A	0.12±0.00 ^A	0.13±0.01 ^A	0.11±0.02 ^A

¹ Sonuçlar iki tekrür ortalaması ± standart sapması olarak verilmiştir.

² Her bir satırda (a,b,c,...→) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0,01)

³ Her bir sütunda (A,B,C,...↓) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0,01)

⁴ Her bir satırda (a,b,c,...→) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0,05)

⁵ Her bir sütunda (A,B,C,...↓) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0,05)

⁶ Süre x Uygulama etkileşimi önemlidir (p<0,01)

⁷ Süre x Uygulama etkileşimi önemlidir (p<0,05)

⁸ Süre x Uygulama etkileşimi önemli değildir.

EK 7 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucuklarda belirlenen uçucu aroma bileşikleri (%)

Süre	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
3-metilbütenal (RT: 13.443, KI: 693)^{1, 2, 3, 6}							
0	9.04±1.07 ^{ABCa}	1.28±1.60 ^{Ed}	2.34±2.02 ^{Dcd}	6.58±0.14 ^{Cab}	3.46±1.20 ^{Dcd}	4.37±0.54 ^{Cbc}	8.42±0.11 ^{BCa}
3	7.22±1.18 ^{BCc}	8.13±0.56 ^{CDbc}	10.96±1.44 ^{Ba}	7.91±0.92 ^{BCbc}	7.16±1.20 ^{BCc}	6.39±0.56 ^{Cc}	10.55±0.97 ^{Bab}
4	6.84±0.52 ^{Ca}	5.72±0.16 ^{Da}	6.60±0.19 ^{Ca}	6.71±0.25 ^{BCa}	5.12±0.62 ^{CDa}	6.11±0.00 ^{Ca}	6.06±0.21 ^{Ca}
34	10.38±2.87 ^{Ab}	15.18±0.72 ^{Aa}	16.56±0.48 ^{Aa}	16.26±0.30 ^{Aa}	16.93±0.70 ^{Aa}	15.95±2.02 ^{Aa}	16.88±1.19 ^{Aa}
64	11.56±0.54 ^{Aabc}	11.89±0.29 ^{Bab}	12.84±0.49 ^{Ba}	9.46±0.06 ^{Bbc}	8.74±0.33 ^{Bc}	11.22±0.38 ^{Babc}	9.47±0.35 ^{Bbc}
94	9.74±0.57 ^{ABab}	9.68±0.77 ^{BCab}	11.45±0.74 ^{Ba}	7.75±0.21 ^{BCb}	9.34±0.45 ^{Bab}	11.12±0.70 ^{Ba}	10.40±0.46 ^{Bab}
Alil Metil Sülfid (RT:14.614, KI: 717)^{1, 2, 3, 6}							
0	1.20±0.00 ^{Ab}	0.91±0.18 ^{Ac}	0.50±0.02 ^{Cd}	1.23±0.11 ^{Ab}	1.46±0.26 ^{Aa}	1.54±0.13 ^{Aa}	1.03±0.02 ^{Abc}
3	0.83±0.07 ^{Babc}	0.64±0.01 ^{ABc}	0.99±0.00 ^{Aa}	0.79±0.02 ^{Babc}	0.91±0.11 ^{Bab}	0.73±0.17 ^{Bbc}	0.69±0.03 ^{BCbc}
4	0.62±0.04 ^{BCb}	0.61±0.01 ^{BCb}	0.89±0.02 ^{ABa}	0.58±0.18 ^{BCb}	0.63±0.03 ^{Cb}	0.36±0.00 ^{Cc}	0.61±0.03 ^{BCb}
34	0.57±0.09 ^{BCDa}	0.33±0.11 ^{CDb}	0.46±0.08 ^{Cab}	0.42±0.02 ^{Cab}	0.29±0.07 ^{Db}	0.37±0.03 ^{Cab}	0.41±0.00 ^{Cab}
64	0.40±0.05 ^{CDbc}	0.48±0.15 ^{BCDbc}	0.72±0.21 ^{ABCa}	0.40±0.15 ^{Cbc}	0.39±0.00 ^{CDbc}	0.27±0.09 ^{Cc}	0.52±0.05 ^{BCab}
94	0.32±0.02 ^{De}	0.29±0.00 ^{De}	0.61±0.11 ^{BCa}	0.56±0.22 ^{BCab}	0.32±0.05 ^{De}	0.38±0.12 ^{Cbc}	0.74±0.06 ^{Ba}

EK 7 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucuklarda belirlenen uçucu aroma bileşikleri (%) (devam)

Süre	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
Dimetil Disülfid (RT: 18.205, KI: 774)^{1, 2, 3, 6}							
0	1.07±0.39 ^{Ac}	1.01±0.09 ^{Ac}	0.50±0.02 ^{Bd}	3.15±0.40 ^{Aa}	2.42±0.13 ^{Ab}	0.42±0.42 ^{ABCD}	0.28±0.05 ^{Bd}
3	0.07±0.01 ^{Bd}	0.39±0.25 ^{Bbcd}	0.99±0.00 ^{Aa}	0.56±0.00 ^{Cabc}	0.12±0.13 ^{Dcd}	0.12±0.00 ^{BCcd}	0.66±0.02 ^{ABab}
4	1.02±0.23 ^{Aa}	0.64±0.01 ^{ABab}	0.89±0.02 ^{ABa}	0.68±0.27 ^{Ca}	0.21±0.13 ^{Db}	0.76±0.00 ^{Aa}	0.99±0.01 ^{Aa}
34	0.91±0.08 ^{Abc}	0.57±0.03 ^{ABc}	0.46±0.08 ^{Bc}	1.33±0.22 ^{Bab}	1.47±0.08 ^{Ba}	0.57±0.10 ^{ABc}	0.45±0.36 ^{Bc}
64	0.27±0.01 ^{Bab}	0.47±0.07 ^{Bab}	0.72±0.21 ^{ABa}	0.34±0.03 ^{Cab}	0.71±0.04 ^{Ca}	0.00 ^{Cb}	0.47±0.09 ^{Bab}
94	0.38±0.14 ^{Bbc}	0.55±0.03 ^{ABb}	0.61±0.11 ^{ABb}	0.52±0.05 ^{Cb}	0.36±0.07 ^{CDbc}	0.00 ^{Cc}	1.10±0.27 ^{Aa}
1-pentanol (RT: 21.108, KI: 822)^{1, 3, 4, 6}							
0	0.18±0.02 ^{Bd}	0.26±0.02 ^{ABcd}	0.30±0.03 ^{Bbc}	0.27±0.00 ^{ABcd}	0.37±0.06 ^{Ab}	0.49±0.03 ^{Aa}	0.23±0.06 ^{Bcd}
3	0.46±0.25 ^{Aa}	0.27±0.01 ^{Ab}	0.25±0.02 ^{Bb}	0.22±0.16 ^{Ab}	0.32±0.00 ^{Ab}	0.31±0.01 ^{Bb}	0.24±0.01 ^{Bb}
4	0.29±0.06 ^{Bb}	0.34±0.00 ^{Aab}	0.44±0.04 ^{Aa}	0.35±0.00 ^{Aab}	0.44±0.03 ^{Aa}	0.41±0.07 ^{ABa}	0.40±0.01 ^{Aab}
34	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}
64	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}
94	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}
Heksanal (RT: 22.039, KI: 837)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}
3	0.00 ^{Da}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}
4	0.40±0.01 ^{Ca}	0.16±0.05 ^{Ac}	0.14±0.04 ^{ABc}	0.39±0.54 ^{Ba}	0.20±0.04 ^{Bbc}	0.36±0.17 ^{Aa}	0.31±0.07 ^{Aab}
34	0.52±0.09 ^{BCa}	0.00 ^{Bd}	0.26±0.01 ^{Ac}	0.54±0.14 ^{Aa}	0.42±0.00 ^{Aab}	0.35±0.16 ^{ABc}	0.42±0.01 ^{Aab}
64	0.94±0.09 ^{Aa}	0.00 ^{Bc}	0.00 ^{Bc}	0.28±0.01 ^{Bb}	0.25±0.05 ^{Bb}	0.00 ^{Bc}	0.00 ^{Bc}
94	0.56±0.04 ^{Ba}	0.00 ^{Bc}	0.00 ^{Bc}	0.33±0.02 ^{Bb}	0.32±0.07 ^{ABb}	0.00 ^{Bc}	0.00 ^{Bc}
Dialil Sülfid (3,3'-Tiyobis-1-propen) (RT: 24.912, KI: 884)^{1, 2, 3, 6}							
0	1.24±0.03 ^{ABCc}	2.67±0.20 ^{Aa}	2.74±0.52 ^{Aa}	1.80±0.02 ^{Ab}	1.69±0.06 ^{Ab}	1.99±0.17 ^{Ab}	1.61±0.02 ^{ABc}
3	1.63±0.01 ^{Aab}	1.67±0.11 ^{Bab}	1.17±0.29 ^{Cc}	1.40±0.08 ^{Bbc}	1.50±0.09 ^{ABabc}	1.83±0.15 ^{Aa}	1.36±0.09 ^{ABbc}
4	1.39±0.11 ^{ABbc}	1.60±0.08 ^{BCab}	1.57±0.06 ^{Bab}	1.12±0.18 ^{Bc}	1.86±0.14 ^{Aa}	1.20±0.07 ^{Bbc}	1.39±0.00 ^{ABbc}
34	1.25±0.09 ^{ABCb}	1.29±0.36 ^{BCDb}	0.66±0.00 ^{Dc}	1.12±0.05 ^{Bb}	0.94±0.01 ^{Cbc}	1.73±0.15 ^{Aa}	1.08±0.10 ^{Ab}
64	1.00±0.01 ^{BCb}	1.23±0.03 ^{CDab}	0.81±0.05 ^{CDb}	1.21±0.18 ^{Bab}	1.13±0.01 ^{BCb}	1.11±0.02 ^{Bb}	1.57±0.16 ^{Aa}
94	0.97±0.03 ^{Cb}	1.00±0.07 ^{Db}	0.80±0.03 ^{CDb}	1.46±0.10 ^{ABa}	1.21±0.04 ^{BCab}	1.14±0.08 ^{Bab}	1.43±0.00 ^{ABa}
2,3-bütandiol (RT: 25.214, KI: 889)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.53±0.07 ^{BCb}	0.56±0.13 ^{Bb}	0.00 ^{Bd}	0.78±0.09 ^{Ba}	0.38±0.03 ^{Cc}	0.67±0.09 ^{Aab}	0.61±0.05 ^{BCb}
3	0.62±0.02 ^{Bc}	0.54±0.02 ^{Bc}	0.16±0.02 ^{ABd}	1.21±0.01 ^{Aa}	0.69±0.10 ^{ABc}	0.69±0.01 ^{ABc}	0.80±0.02 ^{Ab}
4	0.56±0.04 ^{BCcd}	0.89±0.01 ^{Aa}	0.25±0.01 ^{Ac}	0.85±0.10 ^{Ba}	0.43±0.02 ^{BCd}	0.67±0.06 ^{ABc}	0.74±0.01 ^{ABab}
34	0.78±0.05 ^{Aa}	0.41±0.03 ^{BCb}	0.00 ^{Bc}	0.78±0.04 ^{Ba}	0.57±0.01 ^{ABb}	0.44±0.01 ^{Bb}	0.48±0.01 ^{CDb}
64	0.49±0.17 ^{BCa}	0.49±0.11 ^{Ba}	0.00 ^{Bb}	0.45±0.05 ^{Ca}	0.38±0.01 ^{Ca}	0.45±0.06 ^{Ba}	0.39±0.04 ^{Da}
94	0.41±0.00 ^{Ca}	0.26±0.05 ^{Cab}	0.00 ^{Bc}	0.46±0.05 ^{Dab}	0.41±0.01 ^{Ca}	0.38±0.01 ^{Bab}	0.24±0.01 ^{Eb}
α-thujen (RT: 28.077, KI: 938)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.26±0.00 ^{Aa}	0.25±0.04 ^{Ba}	0.19±0.01 ^{Bc}	0.24±0.01 ^{Aab}	0.24±0.01 ^{Bab}	0.21±0.04 ^{Bbc}	0.22±0.01 ^{Bbc}
3	0.22±0.00 ^{Bd}	0.29±0.00 ^{Aab}	0.23±0.01 ^{Ac}	0.27±0.01 ^{Aab}	0.30±0.03 ^{Aa}	0.28±0.03 ^{Aab}	0.26±0.03 ^{ABc}
4	0.25±0.00 ^{ABab}	0.26±0.00 ^{ABab}	0.23±0.00 ^{Ab}	0.26±0.01 ^{Aab}	0.24±0.01 ^{Bb}	0.28±0.01 ^{Aa}	0.28±0.01 ^{Aa}
34	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}
64	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}
94	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}

EK 7 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucuklarda belirlenen uçucu aroma bileşikleri (%) (devam)

Süre	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
α-pinen (RT: 28.631, KI: 947)^{1, 3, 8}							
0	0.68±0.03 ^A	0.58±0.09 ^B	0.46±0.01 ^C	0.69±0.03 ^B	0.67±0.01 ^{AB}	0.54±0.03 ^B	0.63±0.08 ^{BC}
3	0.60±0.03 ^A	0.71±0.02 ^B	0.61±0.04 ^{BC}	0.67±0.01 ^B	0.67±0.07 ^{AB}	0.65±0.08 ^B	0.71±0.00 ^B
4	0.62±0.04 ^A	0.65±0.04 ^B	0.61±0.00 ^{BC}	0.68±0.04 ^B	0.61±0.01 ^B	0.65±0.03 ^B	0.64±0.02 ^{BC}
34	0.75±0.05 ^A	0.62±0.02 ^B	0.63±0.03 ^B	0.59±0.01 ^B	0.59±0.02 ^B	0.55±0.06 ^B	0.53±0.06 ^C
64	0.65±0.01 ^A	0.69±0.03 ^B	0.74±0.01 ^B	0.67±0.14 ^B	0.65±0.05 ^B	0.62±0.13 ^B	0.70±0.02 ^B
94	0.75±0.06 ^A	0.89±0.12 ^A	0.89±0.01 ^A	0.89±0.02 ^A	0.81±0.11 ^A	0.85±0.06 ^A	0.94±0.07 ^A
Alil Metil Disülfid (RT: 28.922, KI: 953)^{1, 3, 4, 6}							
0	0.50±0.00 ^{Ac}	0.80±0.26 ^{Aab}	1.07±0.45 ^{Aa}	0.69±0.02 ^{ABbc}	0.49±0.01 ^{Ac}	0.51±0.10 ^{ABc}	0.98±0.08 ^{Aa}
3	0.56±0.02 ^{Accl}	0.66±0.02 ^{ABbcd}	0.87±0.21 ^{ABab}	0.82±0.10 ^{ABbc}	0.65±0.05 ^{Abcd}	0.48±0.01 ^{ABd}	1.03±0.09 ^{Aa}
4	0.54±0.05 ^{Ab}	0.71±0.03 ^{ABab}	0.95±0.05 ^{Aa}	0.67±0.09 ^{ABab}	0.62±0.02 ^{Ab}	0.65±0.01 ^{Ab}	0.80±0.02 ^{ABab}
34	0.64±0.04 ^{Aab}	0.59±0.09 ^{ABab}	0.64±0.00 ^{BCab}	0.77±0.03 ^{Aa}	0.58±0.01 ^{Aab}	0.52±0.02 ^{ABab}	0.40±0.02 ^{CDb}
64	0.45±0.02 ^{Aa}	0.45±0.01 ^{BCa}	0.50±0.02 ^{Ca}	0.46±0.05 ^{Ba}	0.40±0.01 ^{Aa}	0.32±0.01 ^{Ba}	0.60±0.01 ^{BCa}
94	0.34±0.06 ^{Aa}	0.30±0.02 ^{Ca}	0.37±0.02 ^{Ca}	0.57±0.08 ^{ABa}	0.45±0.04 ^{Aa}	0.40±0.01 ^{ABa}	0.30±0.00 ^{Da}
Kamfen (RT: 29.748, KI: 965)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.15±0.04 ^{Aa}	0.00 ^{Cb}	0.00 ^{Cb}	0.13±0.00 ^{Ba}	0.15±0.02 ^{Aa}	0.16±0.01 ^{Aa}	0.16±0.01 ^{ABa}
3	0.18±0.02 ^{Aa}	0.19±0.04 ^{Aa}	0.19±0.02 ^{Aa}	0.17±0.00 ^{Aa}	0.16±0.00 ^{Aa}	0.15±0.00 ^{Aa}	0.18±0.05 ^{Aa}
4	0.00 ^{Bb}	0.14±0.02 ^{Ba}	0.15±0.00 ^{Ba}	0.13±0.02 ^{Ba}	0.00 ^{Bb}	0.15±0.01 ^{Aa}	0.14±0.02 ^{Ba}
34	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}
64	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}
94	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}
Pentanoik asit (RT: 31.067, KI: 989)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.12±0.00 ^{Bb}	0.12±0.00 ^{Ab}	0.13±0.01 ^{Bb}	0.14±0.00 ^{Ab}	0.20±0.01 ^{Aa}	0.25±0.01 ^{Aa}	0.13±0.02 ^{ABb}
3	0.23±0.11 ^{Aa}	0.13±0.00 ^{Ab}	0.12±0.00 ^{Bb}	0.13±0.00 ^{Ab}	0.14±0.00 ^{Ab}	0.14±0.01 ^{Bb}	0.12±0.01 ^{Bb}
4	0.18±0.00 ^{Aa}	0.16±0.01 ^{Aa}	0.19±0.02 ^{Aa}	0.17±0.00 ^{Aa}	0.19±0.04 ^{Aa}	0.19±0.05 ^{Ba}	0.19±0.00 ^{Aa}
34	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}
64	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}
94	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ca}
Sabinen (RT: 31.145, KI: 991)^{1, 3, 8}							
0	0.16±0.00 ^B	0.17±0.01 ^B	0.18±0.01 ^C	0.15±0.00 ^D	0.14±0.00 ^C	0.11±0.00 ^D	0.16±0.01 ^C
3	0.17±0.01 ^B	0.20±0.01 ^B	0.21±0.01 ^{BC}	0.21±0.00 ^{BCD}	0.22±0.01 ^{BC}	0.22±0.01 ^{BC}	0.17±0.00 ^C
4	0.21±0.00 ^B	0.20±0.00 ^B	0.21±0.01 ^{BC}	0.20±0.00 ^{CD}	0.21±0.00 ^{BC}	0.21±0.01 ^{CD}	0.20±0.00 ^{BC}
34	0.36±0.06 ^A	0.33±0.06 ^A	0.29±0.00 ^{AB}	0.31±0.04 ^{AB}	0.33±0.04 ^A	0.32±0.02 ^{AB}	0.28±0.08 ^{AB}
64	0.34±0.09 ^A	0.35±0.08 ^A	0.37±0.04 ^A	0.35±0.01 ^A	0.31±0.06 ^{AB}	0.28±0.07 ^{ABC}	0.35±0.02 ^A
94	0.34±0.06 ^A	0.37±0.07 ^A	0.32±0.00 ^A	0.30±0.03 ^{ABC}	0.31±0.00 ^{AB}	0.34±0.07 ^A	0.34±0.00 ^A
β-pinen (RT: 31.326, KI: 994)^{1, 2, 3, 6}							
0	3.72±0.08 ^{Ca}	3.48±0.31 ^{Ca}	3.43±0.06 ^{Ca}	3.63±0.10 ^{Ca}	3.31±0.13 ^{Cab}	2.83±0.05 ^{Cb}	3.68±0.32 ^{Da}
3	3.57±0.01 ^{Cb}	4.28±0.14 ^{Ba}	4.10±0.23 ^{Bab}	4.31±0.11 ^{Ba}	4.21±0.17 ^{Ba}	4.11±0.16 ^{Bab}	4.16±0.08 ^{CDa}
4	4.06±0.08 ^{Ca}	4.34±0.15 ^{Ba}	4.34±0.05 ^{Ba}	4.24±0.02 ^{Ba}	4.11±0.05 ^{Ba}	4.36±0.15 ^{Ba}	4.33±0.09 ^{Ca}
34	8.06±0.06 ^{Aa}	7.40±0.43 ^{Ab}	7.39±0.05 ^{Ab}	6.69±0.02 ^{Accl}	6.98±0.25 ^{Abc}	6.57±0.40 ^{Accl}	6.31±0.57 ^{Bd}
64	6.75±0.04 ^{Bb}	7.52±0.19 ^{Aa}	7.49±0.05 ^{Aa}	7.06±0.34 ^{Aab}	6.66±0.32 ^{Ab}	6.75±0.27 ^{Ab}	7.21±0.19 ^{Aab}
94	6.86±0.03 ^{Bbc}	7.48±0.03 ^{Aa}	7.21±0.02 ^{Aab}	6.83±0.03 ^{Abc}	6.75±0.10 ^{Abc}	6.49±0.08 ^{Ac}	7.27±0.21 ^{Aab}

**EK 7 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş
sucuklarda belirlenen uçucu aroma bileşikleri (%) (devam)**

Süre	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
β-mirsen (RT: 31.764, KI: 1002)^{1, 2, 3, 6}							
0	4.73±0.17 ^{Aa}	3.75±0.36 ^{Bcd}	3.16±0.07 ^{DEc}	4.43±0.15 ^{Aab}	4.02±0.03 ^{Bbcd}	3.55±0.20 ^{Bde}	4.18±0.24 ^{Bbc}
3	4.62±0.27 ^{ABbc}	4.89±0.10 ^{Aabc}	4.36±0.25 ^{Bc}	4.86±0.19 ^{Aabc}	5.37±0.60 ^{Aa}	5.02±0.11 ^{Aab}	4.89±0.20 ^{Aabc}
4	4.99±0.07 ^{Aa}	5.15±0.01 ^{Aa}	4.99±0.03 ^{Aa}	4.94±0.03 ^{Aa}	5.05±0.04 ^{Aa}	5.31±0.15 ^{Aa}	5.08±0.17 ^{Aa}
34	4.11±0.05 ^{BCa}	2.89±0.17 ^{Cb}	2.96±0.09 ^{Eb}	2.65±0.03 ^{Cb}	2.53±0.07 ^{Cb}	2.88±0.02 ^{Cb}	3.07±0.18 ^{Cb}
64	3.54±0.09 ^{Da}	3.49±0.01 ^{Ba}	3.63±0.03 ^{CDa}	3.40±0.26 ^{Ba}	3.50±0.30 ^{Ba}	3.73±0.13 ^{Ba}	3.17±0.23 ^{Ca}
94	3.84±0.04 ^{CDa}	3.94±0.02 ^{Ba}	3.87±0.03 ^{BCa}	3.12±0.55 ^{BCb}	3.56±0.10 ^{Bab}	3.69±0.09 ^{Ba}	3.86±0.14 ^{Ba}
α-fellandiren (RT: 32.697, KI: 1021)^{1, 2, 3, 6}							
0	1.57±0.01 ^{ABa}	1.11±0.13 ^{Cc}	0.76±0.08 ^{Cd}	1.42±0.06 ^{Bab}	1.31±0.05 ^{Bb}	1.03±0.14 ^{Cc}	1.41±0.09 ^{Cab}
3	1.58±0.02 ^{ABa}	1.56±0.06 ^{ABa}	1.26±0.06 ^{Bb}	1.69±0.01 ^{Aa}	1.72±0.15 ^{Aa}	1.71±0.09 ^{ABa}	1.62±0.03 ^{ABCa}
4	1.76±0.09 ^{Aa}	1.69±0.03 ^{ABa}	1.38±0.00 ^{Bb}	1.84±0.01 ^{Aa}	1.65±0.00 ^{Aa}	1.74±0.05 ^{Aa}	1.80±0.04 ^{Aa}
34	1.41±0.08 ^{Bb}	1.52±0.02 ^{Bb}	1.40±0.22 ^{Bb}	1.83±0.05 ^{Aa}	1.54±0.08 ^{Ab}	1.51±0.03 ^{Bb}	1.57±0.07 ^{BCb}
64	1.76±0.06 ^{Aa}	1.66±0.01 ^{ABab}	1.46±0.08 ^{ABb}	1.67±0.05 ^{Aab}	1.63±0.04 ^{Aab}	1.70±0.06 ^{ABa}	1.55±0.04 ^{BCab}
94	1.63±0.01 ^{Ab}	1.79±0.04 ^{Aab}	1.64±0.08 ^{Aab}	1.85±0.06 ^{Aa}	1.58±0.01 ^{Ab}	1.61±0.10 ^{ABb}	1.65±0.06 ^{ABab}
Δ^3-karen (RT: 32.888, KI: 1025)^{1, 2, 3, 6}							
0	1.60±0.02 ^{BCab}	1.34±0.16 ^{CDcd}	1.22±0.04 ^{Cd}	1.70±0.08 ^{Ba}	1.55±0.02 ^{Bab}	1.31±0.02 ^{Ccd}	1.48±0.13 ^{Cbc}
3	1.63±0.09 ^{BCab}	1.77±0.04 ^{Aa}	1.52±0.09 ^{Bb}	1.71±0.09 ^{Bab}	1.67±0.12 ^{Bab}	1.67±0.01 ^{Bab}	1.70±0.03 ^{Bab}
4	2.01±0.04 ^{Aa}	1.84±0.16 ^{Aa}	1.86±0.01 ^{Aa}	2.04±0.03 ^{Aa}	1.89±0.00 ^{Aa}	1.88±0.10 ^{Aa}	1.97±0.02 ^{Aa}
34	1.43±0.03 ^{Cab}	1.22±0.05 ^{Db}	1.45±0.04 ^{Ba}	1.26±0.02 ^{Cab}	1.27±0.01 ^{Cab}	1.28±0.11 ^{Cab}	1.25±0.05 ^{Dab}
64	1.70±0.04 ^{Bab}	1.52±0.08 ^{BCab}	1.73±0.05 ^{Aa}	1.56±0.05 ^{Bab}	1.54±0.12 ^{Bab}	1.54±0.09 ^{Bab}	1.48±0.13 ^{Cb}
94	1.68±0.03 ^{Babc}	1.65±0.01 ^{ABbc}	1.75±0.03 ^{Aab}	1.55±0.15 ^{Bbc}	1.48±0.00 ^{Bc}	1.59±0.03 ^{Bbc}	1.87±0.08 ^{ABa}
α-terpinen (RT: 33.370, KI: 1035)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.78±0.02 ^{Aa}	0.47±0.07 ^{Bd}	0.33±0.04 ^{Bc}	0.75±0.03 ^{Aa}	0.69±0.02 ^{Aab}	0.58±0.02 ^{Ac}	0.61±0.07 ^{ABbc}
3	0.60±0.05 ^{Ba}	0.61±0.02 ^{Aa}	0.47±0.03 ^{Ab}	0.59±0.03 ^{Ba}	0.69±0.10 ^{Aa}	0.66±0.08 ^{Aa}	0.67±0.01 ^{Aa}
4	0.58±0.04 ^{Bab}	0.61±0.00 ^{Aa}	0.49±0.00 ^{Ab}	0.56±0.01 ^{Bab}	0.58±0.02 ^{Bab}	0.57±0.04 ^{Aab}	0.55±0.02 ^{Bab}
34	0.18±0.01 ^{Dc}	0.50±0.01 ^{Ba}	0.45±0.01 ^{Aa}	0.42±0.03 ^{Cab}	0.42±0.03 ^{Cab}	0.46±0.01 ^{Ba}	0.33±0.07 ^{Cb}
64	0.24±0.02 ^{CDa}	0.23±0.00 ^{Da}	0.23±0.00 ^{Ba}	0.25±0.03 ^{Da}	0.27±0.03 ^{Da}	0.29±0.00 ^{Ca}	0.24±0.01 ^{Ca}
94	0.31±0.00 ^{Ca}	0.35±0.04 ^{Ca}	0.28±0.02 ^{Ba}	0.28±0.05 ^{Da}	0.26±0.03 ^{Da}	0.30±0.01 ^{Ca}	0.34±0.02 ^{Ca}
Limonen (RT: 33.922, KI: 1046)^{1, 2, 3, 6}							
0	2.97±0.02 ^{Aab}	2.31±0.29 ^{Bc}	2.03±0.10 ^{Dc}	3.03±0.12 ^{Aa}	2.66±0.00 ^{Bb}	2.29±0.05 ^{Bc}	2.68±0.22 ^{Bb}
3	2.88±0.10 ^{Aab}	3.05±0.09 ^{Aab}	2.76±0.17 ^{Bb}	2.96±0.13 ^{Aab}	3.21±0.36 ^{Aa}	3.12±0.18 ^{Aa}	3.09±0.05 ^{Aab}
4	3.18±0.06 ^{Aa}	3.13±0.04 ^{Aa}	3.12±0.00 ^{Aa}	3.22±0.03 ^{Aa}	3.13±0.02 ^{Aa}	3.18±0.12 ^{Aa}	3.16±0.06 ^{Aa}
34	1.92±0.11 ^{Da}	1.41±0.08 ^{Db}	1.54±0.04 ^{Eb}	1.42±0.00 ^{Cb}	1.33±0.01 ^{Db}	1.45±0.12 ^{Cb}	1.50±0.00 ^{Db}
64	2.03±0.07 ^{Ca}	1.93±0.07 ^{Ca}	2.18±0.07 ^{CDa}	1.97±0.13 ^{Ba}	1.89±0.19 ^{Ca}	2.04±0.06 ^{Ba}	2.10±0.15 ^{Ca}
94	2.37±0.06 ^{Bab}	2.47±0.03 ^{Ba}	2.37±0.02 ^{Cab}	2.28±0.08 ^{Bab}	2.08±0.06 ^{Cb}	2.31±0.01 ^{Bab}	2.50±0.09 ^{Ba}
p-simen (RT: 34.186, KI: 1051)^{1, 2, 3, 6}							
0	26.43±0.45 ^{Aa}	24.25±2.62 ^{Bab}	22.09±0.17 ^{Bb}	26.04±0.70 ^{Aa}	24.52±0.28 ^{Bab}	23.13±0.79 ^{Bb}	23.87±1.86 ^{ABab}
3	26.86±1.73 ^{Aabc}	28.24±0.88 ^{Aab}	27.05±1.47 ^{Aabc}	24.78±0.93 ^{Ac}	28.15±2.51 ^{Aab}	29.39±2.22 ^{Aa}	25.68±0.42 ^{Abc}
4	26.41±0.72 ^{Aa}	25.96±0.43 ^{ABa}	25.96±0.20 ^{Aa}	24.25±0.40 ^{Aa}	26.62±0.45 ^{ABa}	25.33±0.82 ^{Ba}	24.64±0.21 ^{Aa}
34	13.53±0.04 ^{Ca}	11.09±0.61 ^{Eab}	11.71±0.53 ^{Dab}	9.69±0.01 ^{Db}	9.36±0.18 ^{Db}	9.79±0.02 ^{Db}	10.99±0.06 ^{Cab}
64	13.97±0.83 ^{Ca}	14.12±0.07 ^{Da}	14.66±0.02 ^{Ca}	13.77±0.71 ^{Ca}	13.45±1.20 ^{Ca}	14.03±0.08 ^{Ca}	13.71±0.15 ^{Ba}
94	16.94±0.71 ^{Ba}	17.46±0.02 ^{Ca}	17.02±0.43 ^{Ca}	17.06±0.59 ^{Ba}	15.13±0.52 ^{Ca}	16.49±0.16 ^{Ca}	15.85±0.42 ^{Ba}

**EK 7 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş
sucuklarda belirlenen uçucu aroma bileşikleri (%) (devam)**

Süre	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
Heksanoik Asit (RT: 34.649, KI: 1060)^{1, 3, 7}							
0	0.09±0.02 ^A	0.11±0.07 ^B	0.08±0.00 ^A	0.00 ^C	0.12±0.01 ^B	0.00 ^C	0.00 ^B
3	0.12±0.02 ^A	0.15±0.01 ^B	0.10±0.00 ^A	0.13±0.01 ^{BC}	0.11±0.01 ^B	0.06±0.01 ^{BC}	0.08±0.02 ^{AB}
4	0.11±0.02 ^A	0.14±0.04 ^B	0.10±0.01 ^A	0.13±0.02 ^{BC}	0.09±0.01 ^B	0.18±0.01 ^{BC}	0.19±0.03 ^A
34	0.17±0.01 ^A	0.35±0.17 ^A	0.24±0.00 ^A	0.42±0.15 ^A	0.46±0.15 ^A	0.36±0.16 ^A	0.19±0.01 ^A
64	0.19±0.03 ^A	0.25±0.01 ^{AB}	0.22±0.01 ^A	0.22±0.02 ^B	0.18±0.03 ^B	0.19±0.01 ^{AB}	0.22±0.03 ^A
94	0.25±0.06 ^A	0.24±0.03 ^{AB}	0.17±0.01 ^A	0.30±0.22 ^{AB}	0.21±0.00 ^B	0.13±0.01 ^{BC}	0.22±0.04 ^A
γ-terpinen (RT: 35.330, KI: 1075)^{1, 2, 3, 6}							
0	19.25±0.21 ^{Aa}	13.13±1.28 ^{Cc}	10.07±0.35 ^{Cd}	17.17±0.24 ^{ABab}	15.73±0.51 ^{Bb}	12.74±1.04 ^{Cc}	16.95±1.38 ^{Bca}
3	17.45±1.01 ^{ABb}	18.04±0.59 ^{ABb}	15.12±1.07 ^{ABc}	18.67±0.24 ^{Aab}	20.68±2.36 ^{Aa}	19.12±1.31 ^{Aab}	19.78±0.24 ^{Aab}
4	18.95±1.13 ^{Aa}	19.36±0.13 ^{Aa}	16.81±0.00 ^{Aa}	18.73±0.03 ^{Aa}	18.64±0.31 ^{Aa}	18.95±0.94 ^{Aa}	18.45±0.48 ^{ABa}
34	16.97±0.61 ^{ABa}	13.37±0.91 ^{Cb}	13.11±0.41 ^{Bb}	12.41±0.09 ^{Db}	11.88±0.25 ^{Cb}	12.10±0.15 ^{Cb}	12.71±1.28 ^{Db}
64	15.32±0.35 ^{Ba}	16.05±0.15 ^{Ba}	15.61±0.09 ^{Aa}	15.44±0.89 ^{BCa}	15.06±1.49 ^{Ba}	15.96±0.06 ^{Ba}	14.87±0.87 ^{CDa}
94	16.10±0.24 ^{Bab}	16.73±0.14 ^{Ba}	16.25±0.06 ^{Aab}	14.15±2.28 ^{CDb}	15.24±0.23 ^{Bab}	15.15±0.06 ^{Bab}	16.61±0.56 ^{BCab}
Undekan (RT: 36.615, KI: 1100)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.00 ^{Ba}	0.00 ^A	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}
3	0.08±0.01 ^{Ab}	0.00 ^{Ac}	0.08±0.00 ^{Ab}	0.00 ^{Bc}	0.09±0.02 ^{Aab}	0.10±0.00 ^{Aa}	0.08±0.01 ^{Ab}
4	0.09±0.02 ^{Aa}	0.00 ^{Ab}	0.08±0.01 ^{Aa}	0.08±0.01 ^{Aa}	0.00 ^{Bb}	0.08±0.01 ^{Ba}	0.08±0.01 ^{Aa}
34	0.00 ^{Ba}	0.00 ^A	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}
64	0.00 ^{Ba}	0.00 ^A	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}
94	0.00 ^{Ba}	0.00 ^A	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ba}	0.00 ^{Ca}	0.00 ^{Ba}
α-terpinolen (RT: 36.731, KI: 1105)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.20±0.01 ^{ABa}	0.13±0.01 ^{Ccd}	0.11±0.00 ^{Dd}	0.20±0.01 ^{Aa}	0.18±0.01 ^{ab}	0.14±0.01 ^{Cbcd}	0.18±0.01 ^{Babc}
3	0.18±0.02 ^{Ba}	0.18±0.01 ^{Ba}	0.17±0.02 ^{Ca}	0.19±0.01 ^{Aa}	0.21±0.03 ^{Aa}	0.20±0.02 ^{Ba}	0.20±0.00 ^{Ba}
4	0.23±0.05 ^{Aa}	0.19±0.01 ^{Bab}	0.18±0.00 ^{Cb}	0.19±0.00 ^{Aab}	0.18±0.00 ^b	0.18±0.01 ^{Bb}	0.19±0.00 ^{Bab}
34	0.24±0.02 ^{Aa}	0.19±0.01 ^{Bb}	0.22±0.01 ^{Bab}	0.22±0.01 ^{Aab}	0.19±0.00 ^b	0.20±0.01 ^{Bab}	0.20±0.00 ^{Bab}
64	0.24±0.00 ^{Aab}	0.25±0.01 ^{Aab}	0.27±0.01 ^{Aa}	0.00 ^{Bc}	0.21±0.01 ^b	0.25±0.00 ^{Aab}	0.21±0.00 ^{Bb}
94	0.24±0.01 ^{Abc}	0.27±0.02 ^{Ab}	0.26±0.01 ^{Abc}	0.00 ^{Bd}	0.22±0.00 ^c	0.27±0.01 ^{Aab}	0.31±0.04 ^{Aa}
Dialil Disülfid (RT: 37.541, KI: 1134)^{1, 2, 3, 6}							
0	2.54±0.15 ^{Bc}	6.45±0.79 ^{Aa}	7.98±1.70 ^{Aa}	4.25±0.48 ^{Ab}	2.92±0.02 ^{Abc}	3.55±0.57 ^{Bbc}	6.92±0.53 ^{Aa}
3	2.87±0.75 ^{Bc}	4.37±0.04 ^{Babc}	3.63±1.09 ^{BCabc}	4.82±0.80 ^{Aab}	4.20±0.29 ^{Aabc}	3.38±0.42 ^{Bbc}	5.21±0.64 ^{Ba}
4	3.77±0.20 ^{ABa}	3.79±0.64 ^{BCa}	4.27±0.29 ^{Ba}	4.54±0.69 ^{Aa}	4.16±0.22 ^{Aa}	3.82±0.34 ^{Ba}	4.94±0.32 ^{BCa}
34	4.95±0.17 ^{Aabc}	4.68±1.50 ^{Babc}	2.98±0.15 ^{BCd}	5.20±0.09 ^{Aab}	3.80±0.02 ^{Abcd}	5.92±0.76 ^{Aa}	3.50±0.18 ^{Ccd}
64	3.83±0.14 ^{ABab}	4.20±0.11 ^{BCab}	2.78±0.31 ^{BCb}	4.41±0.04 ^{Aab}	3.63±0.24 ^{Aab}	3.65±0.58 ^{Bab}	5.15±0.31 ^{Ba}
94	3.20±0.11 ^{Babc}	2.62±0.70 ^{Cbc}	2.33±0.02 ^{Cc}	4.88±0.46 ^{Aa}	4.16±0.02 ^{Aab}	4.07±0.88 ^{Bab}	3.44±0.13 ^{Cabc}
Di(1-propenil)-didülfid (RT: 38.353, KI: 1145)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.09±0.00 ^{Ab}	0.33±0.03 ^{Aa}	0.30±0.04 ^{Aab}	0.19±0.01 ^{Aab}	0.15±0.01 ^{Aab}	0.15±0.01 ^{Bab}	0.23±0.02 ^{Ab}
3	0.09±0.00 ^{Aa}	0.16±0.01 ^{ABa}	0.25±0.05 ^{Aa}	0.18±0.00 ^{Aa}	0.16±0.00 ^{Aa}	0.16±0.02 ^{Ba}	0.16±0.02 ^{Aa}
4	0.10±0.00 ^{Aa}	0.15±0.00 ^{ABa}	0.23±0.01 ^{Aa}	0.21±0.01 ^{Aa}	0.17±0.00 ^{Aa}	0.17±0.00 ^{Ba}	0.14±0.00 ^{Aa}
34	0.00 ^{Ac}	0.30±0.16 ^{Ab}	0.26±0.01 ^{Ab}	0.22±0.04 ^{Abc}	0.17±0.00 ^{Abc}	0.63±0.47 ^{Aa}	0.15±0.00 ^{Abc}
64	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.18±0.01 ^{Aa}	0.16±0.02 ^{Aa}	0.20±0.06 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.16±0.05 ^{Aa}
94	0.00 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.15±0.01 ^{Aa}	0.00 ^{Aa}	0.22±0.02 ^{Aa}	0.00 ^{Ba}	0.17±0.01 ^{Aa}

EK 7 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucuklarda belirlenen uçucu aroma bileşikleri (%) (devam)

Süre	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
Linalol (RT: 38.469, KI: 1148)^{1, 3, 8}							
0	0.31±0.01 ^A	0.31±0.00 ^A	0.32±0.00 ^A	0.34±0.00 ^A	0.34±0.03 ^A	0.38±0.02 ^A	0.31±0.03 ^{AB}
3	0.36±0.02 ^A	0.32±0.01 ^A	0.31±0.03 ^A	0.33±0.02 ^A	0.32±0.02 ^A	0.34±0.03 ^A	0.29±0.01 ^{AB}
4	0.33±0.08 ^A	0.35±0.00 ^A	0.28±0.01 ^A	0.39±0.02 ^A	0.40±0.01 ^A	0.40±0.01 ^A	0.39±0.01 ^{AB}
34	0.42±0.02 ^A	0.37±0.01 ^A	0.50±0.01 ^A	0.47±0.09 ^A	0.40±0.02 ^A	0.44±0.01 ^A	0.52±0.11 ^A
64	0.46±0.03 ^A	0.41±0.02 ^A	0.52±0.02 ^A	0.50±0.01 ^A	0.33±0.11 ^A	0.40±0.01 ^A	0.46±0.02 ^A
94	0.45±0.05 ^A	0.38±0.01 ^A	0.44±0.02 ^A	0.55±0.50 ^A	0.19±0.02 ^A	0.46±0.04 ^A	0.20±0.00 ^B
4-terpineol (RT: 41.370, KI: 1232)^{1, 3, 6}							
0	0.15±0.02 ^A	0.15±0.01 ^A	0.12±0.01 ^A	0.12±0.01 ^A	0.12±0.04 ^A	0.13±0.03 ^A	0.15±0.04 ^A
3	0.11±0.03 ^{AB}	0.12±0.04 ^A	0.09±0.00 ^A	0.09±0.00 ^A	0.10±0.00 ^A	0.11±0.03 ^A	0.13±0.01 ^A
4	0.09±0.00 ^B	0.00 ^B	0.10±0.01 ^A	0.10±0.01 ^A	0.09±0.00 ^A	0.09±0.00 ^A	0.13±0.03 ^A
34	0.00 ^C	0.00 ^B	0.00 ^B	0.00 ^B	0.00 ^B	0.00 ^B	0.00 ^B
64	0.00 ^C	0.00 ^B	0.00 ^B	0.00 ^B	0.00 ^B	0.00 ^B	0.00 ^B
94	0.00 ^C	0.00 ^B	0.00 ^B	0.00 ^B	0.00 ^B	0.00 ^B	0.00 ^B
Dekanal (RT: 41.972, KI: 1255)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.24±0.00 ^{Ac}	0.61±0.08 ^{Aab}	0.63±0.09 ^{Aab}	0.25±0.01 ^{Ac}	0.79±0.33 ^{Aa}	0.51±0.09 ^{Ab}	0.24±0.03 ^{Ac}
3	0.22±0.00 ^{Aa}	0.06±0.03 ^{Ba}	0.05±0.01 ^{Ba}	0.04±0.00 ^{Ba}	0.14±0.10 ^{Ba}	0.21±0.14 ^{Ba}	0.07±0.03 ^{Aa}
4	0.26±0.01 ^{Aa}	0.05±0.00 ^{Bb}	0.14±0.09 ^{Bab}	0.18±0.00 ^{ABab}	0.33±0.04 ^{Ba}	0.18±0.00 ^{Bab}	0.18±0.01 ^{Aab}
34	0.18±0.01 ^{Aa}	0.17±0.05 ^{Ba}	0.15±0.00 ^{Ba}	0.13±0.05 ^{ABa}	0.19±0.02 ^{Ba}	0.11±0.11 ^{Ba}	0.16±0.01 ^{Aa}
64	0.13±0.01 ^{Aa}	0.12±0.01 ^{Ba}	0.14±0.00 ^{Ba}	0.13±0.01 ^{ABa}	0.27±0.08 ^{Ba}	0.21±0.01 ^{Ba}	0.21±0.01 ^{Aa}
94	0.14±0.01 ^{Aa}	0.14±0.00 ^{Ba}	0.16±0.00 ^{Ba}	0.13±0.00 ^{ABa}	0.24±0.01 ^{Ba}	0.12±0.00 ^{Ba}	0.12±0.00 ^{Aa}
Kuminaldehit (RT: 43.562, KI: 1321)^{1, 2, 3, 6}							
0	22.12±0.91 ^{Ac}	23.57±2.33 ^{Abc}	26.39±1.95 ^{Aab}	21.91±1.77 ^{Ac}	22.00±2.27 ^{ABc}	28.20±0.47 ^{Aa}	21.79±1.33 ^{ABc}
3	14.30±0.80 ^{Ca}	11.35±1.12 ^{Ca}	11.63±2.51 ^{Ca}	10.63±0.15 ^{Ca}	11.44±1.01 ^{Ca}	11.48±2.94 ^{Da}	11.86±1.31 ^{Ca}
4	11.59±0.68 ^{CDa}	12.24±1.08 ^{Ca}	11.85±0.48 ^{Ca}	10.84±0.52 ^{Ca}	13.69±0.02 ^{Ca}	12.49±1.02 ^{Da}	11.76±0.13 ^{Ca}
34	10.44±1.16 ^{Dc}	20.77±1.70 ^{ABab}	19.41±1.29 ^{Bb}	18.39±0.68 ^{Bb}	21.02±0.32 ^{Bab}	23.00±0.15 ^{Ba}	23.38±0.98 ^{Aa}
64	19.24±1.10 ^{ABb}	19.10±0.27 ^{Bb}	18.25±0.25 ^{Bb}	20.50±1.45 ^{ABb}	24.65±2.00 ^{Aa}	21.83±0.07 ^{BCab}	20.07±0.67 ^{ABb}
94	18.00±0.55 ^{Bb}	18.70±1.16 ^{Bab}	17.73±0.57 ^{Bb}	18.10±1.08 ^{Bb}	22.26±0.73 ^{ABa}	19.11±1.31 ^{Cab}	19.27±0.83 ^{Bab}
p-mentha-1,3-dien-7-al (RT: 44.524, KI: 1367)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.93±0.04 ^{Ab}	1.07±0.13 ^{Aab}	0.97±0.01 ^{Ab}	0.93±0.13 ^{Ab}	0.99±0.04 ^{Ab}	1.17±0.11 ^{Aa}	0.89±0.12 ^{Ab}
3	0.83±0.11 ^{Aa}	0.60±0.06 ^{Bb}	0.66±0.09 ^{Bab}	0.75±0.01 ^{BCab}	0.60±0.18 ^{Cb}	0.65±0.06 ^{Bb}	0.61±0.00 ^{Bb}
4	0.61±0.07 ^{Ba}	0.65±0.06 ^{Ba}	0.56±0.02 ^{Ba}	0.58±0.00 ^{Da}	0.58±0.01 ^{Ca}	0.61±0.00 ^{BC}	0.52±0.02 ^{Ba}
34	0.80±0.08 ^{Aa}	0.61±0.01 ^{Bbc}	0.58±0.05 ^{Bc}	0.84±0.04 ^{ABa}	0.80±0.03 ^{Ba}	0.77±0.02 ^{Bab}	0.87±0.07 ^{Aa}
64	0.54±0.03 ^{Bab}	0.39±0.01 ^{Cb}	0.39±0.01 ^{Cb}	0.58±0.00 ^{CDa}	0.57±0.03 ^{Cab}	0.46±0.01 ^{CDab}	0.46±0.01 ^{BCab}
94	0.44±0.01 ^{Ba}	0.30±0.01 ^{Ca}	0.36±0.05 ^{Ca}	0.40±0.00 ^{Ea}	0.45±0.01 ^{Ca}	0.38±0.02 ^{Da}	0.33±0.00 ^{Ca}
p-mentha-1,4-dien-7-al (RT: 44.610, KI: 1372)^{1, 2, 3, 6}							
0	2.46±0.17 ^{Bc}	3.44±0.46 ^{Cab}	3.69±0.27 ^{Ca}	2.49±0.23 ^{Cc}	2.89±0.15 ^{Dbc}	3.64±0.16 ^{Ca}	2.63±0.39 ^{Dc}
3	2.53±0.29 ^{Ba}	2.28±0.18 ^{Da}	2.50±0.34 ^{Da}	2.36±0.01 ^{Ca}	1.88±0.74 ^{Ea}	2.15±0.25 ^{Da}	2.01±0.04 ^{Da}
4	2.34±0.17 ^{Ba}	2.56±0.15 ^{Da}	2.72±0.03 ^{Da}	2.50±0.07 ^{Ca}	2.34±0.03 ^{DEa}	2.61±0.15 ^{Da}	2.47±0.04 ^{Da}
34	4.57±0.16 ^{Ab}	5.53±0.01 ^{Aa}	5.79±0.19 ^{Aa}	5.30±0.11 ^{Aa}	5.63±0.07 ^{Aa}	5.45±0.02 ^{Aa}	5.83±0.03 ^{Aa}
64	4.45±0.26 ^{ABab}	4.48±0.13 ^{Bab}	4.77±0.18 ^{Bab}	4.80±0.50 ^{ABab}	4.98±0.47 ^{Ba}	4.62±0.02 ^{Bab}	4.21±0.20 ^{Bb}
94	3.92±0.10 ^{ABab}	3.65±0.24 ^{Cab}	4.21±0.12 ^{BCa}	3.32±0.04 ^{Bb}	4.23±0.09 ^{Ca}	4.00±0.24 ^{BCab}	3.54±0.18 ^{Cab}

**EK 7 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen ısıt işlem görmüş
sucuklarda belirlenen uçucu aroma bileşikleri (%) (devam)**

Süre	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
α-kopaen (RT: 45.484, KI: 1414)^{1, 2, 3, 7}							
0	1.07±0.19 ^{Aa}	0.94±0.02 ^{Ab}	0.93±0.01 ^{Ab}	0.91±0.19 ^{Ab}	0.95±0.03 ^{Ab}	0.95±0.05 ^{Ab}	0.94±0.09 ^{Ab}
3	0.45±0.05 ^{Bb}	0.27±0.07 ^{Bc}	0.73±0.03 ^{ABa}	0.55±0.00 ^{Bb}	0.72±0.28 ^{ABa}	0.31±0.09 ^{Bc}	0.50±0.08 ^{Bb}
4	0.29±0.01 ^{Bcd}	0.39±0.10 ^{Bbc}	0.60±0.04 ^{BCa}	0.55±0.00 ^{Ba}	0.44±0.19 ^{Cb}	0.22±0.03 ^{Bd}	0.38±0.18 ^{Bbc}
34	0.50±0.07 ^{Ba}	0.42±0.05 ^{Bab}	0.36±0.25 ^{Cb}	0.40±0.01 ^{Bab}	0.35±0.01 ^{Cb}	0.34±0.01 ^{Bb}	0.33±0.01 ^{Bb}
64	0.43±0.04 ^{Ba}	0.45±0.02 ^{Ba}	0.48±0.01 ^{BCa}	0.45±0.03 ^{Ba}	0.50±0.00 ^{BCa}	0.45±0.02 ^{Ba}	0.43±0.02 ^{Ba}
94	0.42±0.00 ^{Ba}	0.45±0.02 ^{Ba}	0.50±0.00 ^{BCa}	0.50±0.00 ^{Ba}	0.46±0.01 ^{Ca}	0.47±0.04 ^{Ba}	0.44±0.01 ^{Ba}
β-elemen (RT: 45.879, KI: 1431)^{1, 4, 7}							
0	0.21±0.05 ^a	0.18±0.10 ^a	0.22±0.04 ^a	0.16±0.06 ^a	0.22±0.03 ^a	0.15±0.00 ^a	0.18±0.03 ^a
3	0.17±0.08 ^a	0.07±0.02 ^b	0.27±0.00 ^a	0.26±0.00 ^a	0.27±0.01 ^a	0.21±0.10 ^a	0.20±0.12 ^a
4	0.09±0.01 ^c	0.16±0.09 ^{bc}	0.27±0.02 ^a	0.27±0.01 ^a	0.25±0.06 ^{ab}	0.19±0.04 ^{ab}	0.27±0.03 ^a
34	0.25±0.02 ^a	0.22±0.09 ^a	0.16±0.01 ^a	0.20±0.00 ^a	0.19±0.00 ^a	0.19±0.01 ^a	0.18±0.05 ^a
64	0.21±0.00 ^a	0.17±0.00 ^a	0.18±0.00 ^a	0.22±0.00 ^a	0.21±0.02 ^a	0.18±0.00 ^a	0.20±0.00 ^a
94	0.18±0.01 ^a	0.15±0.01 ^a	0.17±0.02 ^a	0.21±0.06 ^a	0.15±0.00 ^a	0.17±0.01 ^a	0.23±0.04 ^a
İsokaryofillen (RT: 46.424, KI: 1456)^{1, 2, 3, 6}							
0	1.00±0.21 ^{Aa}	1.06±0.06 ^{Aa}	1.04±0.00 ^{Aa}	1.06±0.02 ^{Aa}	1.03±0.04 ^{Aa}	1.24±0.11 ^{Aa}	1.03±0.08 ^{Aa}
3	0.90±0.05 ^{Aab}	0.59±0.07 ^{BCc}	1.04±0.05 ^{Aab}	0.81±0.02 ^{ABab}	0.86±0.09 ^{ABab}	0.69±0.04 ^{Bbc}	0.65±0.07 ^{Bbc}
4	0.57±0.02 ^{Bb}	0.76±0.06 ^{Bab}	0.89±0.01 ^{Aa}	0.72±0.00 ^{Bab}	0.67±0.03 ^{BCab}	0.68±0.06 ^{Bab}	0.65±0.06 ^{Bab}
34	0.38±0.47 ^{Bb}	0.74±0.17 ^{Ba}	0.79±0.02 ^{Aa}	0.77±0.03 ^{Ba}	0.78±0.10 ^{ABa}	0.66±0.05 ^{Bab}	0.57±0.05 ^{Bab}
64	0.39±0.10 ^{Ba}	0.31±0.01 ^{Ca}	0.40±0.05 ^{Ba}	0.40±0.06 ^{Ca}	0.45±0.05 ^{CDa}	0.32±0.01 ^{Ca}	0.47±0.03 ^{Ba}
94	0.29±0.03 ^{Bb}	0.37±0.06 ^{Cb}	0.38±0.01 ^{Bb}	0.75±0.00 ^{Ba}	0.32±0.01 ^{Db}	0.28±0.05 ^{Cb}	0.49±0.16 ^{Bab}
β-karyofillen (RT: 46.889, KI: 1477)^{1, 2, 3, 6}							
0	3.60±0.17 ^{Ca}	3.09±0.10 ^{Ba}	3.22±0.23 ^{Ba}	3.90±0.44 ^{Ba}	3.38±0.07 ^{Ba}	3.41±0.26 ^{Ba}	3.33±0.11 ^{Ca}
3	3.17±0.50 ^{CDab}	2.03±0.19 ^{Cc}	3.00±0.04 ^{Bab}	3.05±0.05 ^{Cab}	3.27±0.10 ^{Ba}	2.39±0.11 ^{Cbc}	2.86±0.24 ^{Cab}
4	2.77±0.29 ^{Da}	2.94±0.08 ^{Ba}	3.27±0.06 ^{Ba}	3.49±0.10 ^{BCa}	2.69±0.11 ^{Ba}	3.19±0.07 ^{Ba}	3.06±0.09 ^{Ca}
34	7.96±0.14 ^{Aa}	5.63±0.50 ^{Ac}	6.04±0.64 ^{Abc}	6.74±0.13 ^{Ab}	6.06±0.03 ^{Abc}	5.29±0.20 ^{Ac}	5.40±0.19 ^{Bc}
64	6.07±0.28 ^{Bab}	5.87±0.06 ^{Ab}	6.39±0.20 ^{Aab}	6.85±0.29 ^{Aa}	6.42±0.03 ^{Aab}	6.06±0.01 ^{Aab}	6.55±0.16 ^{Aab}
94	6.23±0.28 ^{Bab}	5.49±0.27 ^{Ab}	6.21±0.41 ^{Aab}	6.80±0.01 ^{Aa}	5.75±0.05 ^{Ab}	5.82±0.37 ^{Ab}	6.29±0.14 ^{Aab}
Pentadekan (RT: 47.436, KI: 1500)^{1, 3, 6}							
0	0.29±0.05 ^A	0.25±0.06 ^A	0.25±0.05 ^A	0.24±0.03 ^A	0.29±0.00 ^A	0.26±0.05 ^A	0.28±0.00 ^A
3	0.20±0.02 ^B	0.11±0.01 ^B	0.18±0.00 ^B	0.18±0.00 ^B	0.21±0.02 ^B	0.11±0.01 ^B	0.17±0.01 ^B
4	0.10±0.01 ^C	0.15±0.04 ^B	0.17±0.00 ^B	0.17±0.00 ^B	0.10±0.00 ^C	0.14±0.03 ^B	0.11±0.01 ^C
34	0.00 ^D	0.00 ^C	0.00 ^C	0.00 ^C	0.00 ^D	0.00 ^C	0.00 ^D
64	0.00 ^D	0.00 ^C	0.00 ^C	0.00 ^C	0.00 ^D	0.00 ^C	0.00 ^D
94	0.00 ^D	0.00 ^C	0.00 ^C	0.00 ^C	0.00 ^D	0.00 ^C	0.00 ^D
α-humulen (RT: 47.774, KI: 1514)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.22±0.04 ^{Cab}	0.17±0.02 ^{Bab}	0.22±0.01 ^{Bab}	0.21±0.03 ^{Bab}	0.20±0.03 ^{Cab}	0.15±0.03 ^{Bb}	0.23±0.00 ^{Ca}
3	0.21±0.03 ^{Ca}	0.13±0.02 ^{Bb}	0.20±0.00 ^{Bab}	0.21±0.00 ^{Ba}	0.21±0.01 ^{Ca}	0.14±0.01 ^{Bab}	0.17±0.03 ^{Cab}
4	0.16±0.03 ^{Cab}	0.19±0.02 ^{Bab}	0.21±0.01 ^{Bab}	0.23±0.00 ^{Ba}	0.15±0.01 ^{Cb}	0.20±0.01 ^{Bab}	0.19±0.01 ^{Cab}
34	0.51±0.01 ^{Aa}	0.39±0.07 ^{Abc}	0.34±0.04 ^{Ac}	0.44±0.01 ^{Ab}	0.43±0.01 ^{Ab}	0.32±0.01 ^{Ac}	0.33±0.00 ^{Bc}
64	0.37±0.01 ^{Babc}	0.33±0.00 ^{Ac}	0.34±0.04 ^{Abc}	0.41±0.01 ^{Aab}	0.35±0.03 ^{Bbc}	0.33±0.00 ^{Ac}	0.43±0.07 ^{Aa}
94	0.36±0.03 ^{Babc}	0.33±0.03 ^{Abc}	0.32±0.03 ^{Abc}	0.43±0.02 ^{Aa}	0.30±0.00 ^{Bc}	0.33±0.01 ^{Abc}	0.39±0.00 ^{ABab}

EK 7 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucuklarda belirlenen uçucu aroma bileşikleri (%) (devam)

Süre	K	KN1	KN2	HSK1	HSK2	KSK1	KSK2
β-selinen (RT: 48.595, KI: 1545)^{1, 2, 3, 6}							
0	0.11±0.00 ^{Cab}	0.08±0.01 ^{Cb}	0.14±0.01 ^{Ba}	0.12±0.02 ^{Bab}	0.10±0.00 ^{Bab}	0.10±0.01 ^{Bab}	0.10±0.00 ^{Cab}
3	0.10±0.03 ^{Ca}	0.07±0.01 ^{Ca}	0.10±0.00 ^{Ba}	0.08±0.00 ^{Ba}	0.09±0.01 ^{Ba}	0.07±0.00 ^{Ba}	0.08±0.01 ^{Ca}
4	0.07±0.01 ^{Ca}	0.08±0.00 ^{Ca}	0.10±0.00 ^{Ba}	0.09±0.00 ^{Ba}	0.08±0.00 ^{Ba}	0.08±0.00 ^{Ba}	0.08±0.00 ^{Ca}
34	0.24±0.01 ^{Aa}	0.20±0.05 ^{Aabc}	0.20±0.01 ^{Aabc}	0.21±0.00 ^{Aab}	0.20±0.00 ^{Aabc}	0.15±0.00 ^{Ac}	0.17±0.01 ^{Bbc}
64	0.17±0.01 ^{Bb}	0.15±0.00 ^{Bb}	0.20±0.03 ^{Ab}	0.19±0.00 ^{Ab}	0.18±0.02 ^{Ab}	0.17±0.00 ^{Ab}	0.25±0.05 ^{Aa}
94	0.18±0.02 ^{Ba}	0.19±0.05 ^{ABa}	0.19±0.00 ^{Aa}	0.22±0.01 ^{Aa}	0.17±0.00 ^{Aa}	0.18±0.02 ^{Aa}	0.19±0.00 ^{Ba}

¹ Sonuçlar iki tekerrür ortalaması ± standart sapması olarak verilmiştir.

² Her bir satırda (a,b,c...→) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0,01)

³ Her bir sütunda (A,B,C...↓) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0,01)

⁴ Her bir satırda (a,b,c...→) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0,05)

⁵ Her bir sütunda (A,B,C...↓) farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0,05)

⁶ Süre x Uygulama etkileşimi önemlidir (p<0,01)

⁷ Süre x Uygulama etkileşimi önemlidir (p<0,05)

⁸ Süre x Uygulama etkileşimi önemli değildir.

EK 8 Farklı nitrit/nitrat kaynağı kullanılarak üretilen fermente sucuklarda uygulamanın ve sürenin etkisini gösteren varyans analizi sonuçlarına ilişkin p değerleri

Analiz	Uygulama	Süre	Uygulama x Süre
Fiziko-kimyasal Özellikler			
Nem	0,096	0,000	0,000
Yağ	0,000	0,000	0,001
Protein	0,526	0,000	0,298
Kül	0,070	0,000	0,004
pH Değeri Üretim	0,284	0,000	0,311
pH Değeri Depolama	0,001	0,000	0,059
Titrasyon Asitliği Üretim	0,008	0,000	0,082
Titrasyon Asitliği Depolama	0,451	0,000	0,139
TBA Değeri Üretim	0,000	0,000	0,000
TBA Değeri Depolama	0,000	0,000	0,000
Renk Ölçüm Değerleri			
L* Değeri Üretim	0,041	0,000	0,511
L* Değeri Depolama	0,001	0,000	0,021
a* Değeri Üretim	0,111	0,000	0,114
a* Değeri Depolama	0,022	0,000	0,039
b* Değeri Üretim	0,070	0,000	0,227
b* Değeri Depolama	0,000	0,000	0,001
Biyojen Aminler			
Triptamin Üretim	0,000	0,000	0,000
Triptamin Depolama	0,000	0,038	0,001
2-feniletilamin Üretim	0,002	0,000	0,486
2-feniletilamin Depolama	0,000	0,000	0,185
Putresin Üretim	0,000	0,000	0,012
Putresin Depolama	0,000	0,000	0,090
Kadaverin Üretim	0,002	0,000	0,484
Kadaverin Depolama	0,001	0,000	0,174
Histamin Üretim	0,000	0,000	0,000
Histamin Depolama	0,000	0,000	0,002

EK 8 Farklı nitrit/nitrat kaynağı kullanılarak üretilen fermente sucuklarda uygulamanın ve sürenin etkisini gösteren varyans analizi sonuçlarına ilişkin p değerleri (devam)

	Uygulama	Süre	Uygulama x Süre
Tiramin Üretim	0,000	0,000	0,000
Tiramin Depolama	0,000	0,000	0,000
Spermidin Üretim	0,001	0,000	0,051
Spermidin Depolama	0,000	0,192	0,008
Spermin Üretim	0,174	0,000	0,569
Spermin Depolama	0,066	0,764	0,500
Uçucu Aroma Bileşenleri			
3-metilbütanal	0,000	0,000	0,000
Allil Metil Sülfid	0,008	0,000	0,000
Dimetil Disülfid	0,000	0,000	0,000
Toluen	0,000	0,000	0,000
Oktan	0,000	0,000	0,000
1-pentanol	0,000	0,000	0,000
Etil Bütanoat	0,000	0,000	0,000
Heksanal	0,000	0,000	0,000
Etil-2-metil bütanoat	0,000	0,000	0,000
Diallil Sülfid	0,000	0,000	0,000
2,3-bütandiol	0,000	0,000	0,000
2-heksenal	0,000	0,000	0,000
Stiren	0,000	0,000	0,000
1-heksanol	0,000	0,000	0,000
Etil pentanoat	0,000	0,000	0,000
α -thujen	0,391	0,000	0,217
α -pinen	0,000	0,000	0,000
Allil metil disülfid	0,000	0,000	0,000
Pentanoik asit	0,029	0,000	0,000
Sabinen	0,000	0,000	0,000
β -pinen	0,000	0,000	0,000
β -mirsene	0,000	0,000	0,000
2-Pentil-Furan	0,000	0,000	0,000
α -felandiren	0,000	0,000	0,000
Δ^3 -Karen	0,000	0,000	0,000
α -terpinen	0,000	0,000	0,000
Oktanal	0,000	0,000	0,000
Limonen	0,000	0,000	0,000
<i>p</i> -simen	0,000	0,000	0,000
Heksanoik Asit	0,000	0,000	0,000
β -osimen	0,000	0,000	0,004
γ -terpinen	0,000	0,000	0,000
Undekan	0,002	0,000	0,159
α -terpinolen	0,000	0,000	0,003
Benzenasetaldehit	0,000	0,000	0,000
Diallil Disülfid	0,035	0,015	0,002
2-propenil propil disülfid	0,057	0,000	0,052
Di(1-propenil)-disülfid	0,000	0,000	0,000
Linalol	0,130	0,000	0,000
4-terpineol	0,022	0,001	0,274
Dekanal	0,000	0,000	0,000
Kuminaldehit	0,000	0,000	0,000

EK 8 Farklı nitrit/nitrat kaynağı kullanılarak üretilen fermente sucuklarda uygulamanın ve sürenin etkisini gösteren varyans analizi sonuçlarına ilişkin p değerleri (devam)

Bileşen	Uygulama	Süre	Uygulama x Süre
<i>p</i> -mentha-1,3-dien-7-al	0,000	0,000	0,000
<i>p</i> -mentha-1,4-dien-7-al	0,000	0,000	0,000
<i>p</i> -simen-7-ol	0,000	0,000	0,000
α -kopaen	0,007	0,000	0,000
β -elemen	0,026	0,000	0,024
İsokaryofillen	0,000	0,000	0,000
β -karyofillen	0,000	0,000	0,001
Pentadekan	0,000	0,000	0,000
α -humulen	0,016	0,000	0,034
β -selinen	0,110	0,000	0,003
Mikrobiyolojik Özellikler			
TMAB Üretim	0,058	0,000	0,010
TMAB Depolama	0,001	0,000	0,001
LAB Üretim	0,000	0,000	0,000
LAB Depolama	0,001	0,000	0,189
MSB Üretim	0,000	0,000	0,000
MSB Depolama	0,000	0,094	0,005
<i>Enterobacteriaceae</i> Üretim	0,000	0,000	0,000
<i>Enterobacteriaceae</i> Depolama	0,000	0,000	0,000
Çiğ Sucuklarda Duyusal Değerlendirme			
Tat	0,860	0,018	0,879
Renk	0,786	0,003	0,986
Koku	0,984	0,000	0,923
Tekstür	0,894	0,032	0,994
Genel Beğeni	0,905	0,002	0,926
Pişmiş Sucuklarda Duyusal Değerlendirme			
Tat	0,849	0,024	0,647
Renk	0,325	0,005	0,980
Koku	0,665	0,001	0,985
Tekstür	0,997	0,007	0,986
Genel Beğeni	0,844	0,003	0,815

EK 9 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucuklarda uygulamanın ve sürenin etkisini gösteren varyans analizi sonuçlarına ilişkin p değerleri

Analiz	Uygulama	Süre	Uygulama x Süre
Fiziko-kimyasal Özellikler			
Nem	0,027	0,000	0,026
Yağ	0,997	0,000	0,441
Protein	0,982	0,000	0,895
Kül	0,436	0,000	0,451
pH Değeri Üretim	0,001	0,000	0,151
pH Değeri Depolama	0,000	0,000	0,610
Titrasyon Asitliği Üretim	0,000	0,000	0,000
Titrasyon Asitliği Depolama	0,000	0,000	0,000
TBA Değeri Üretim	0,001	0,000	0,288
TBA Değeri Depolama	0,025	0,060	0,798

EK 9 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucuklarda uygulamanın ve sürenin etkisini gösteren varyans analizi sonuçlarına ilişkin p değerleri (devam)

Renk Ölçüm Değerleri			
L* Değeri Üretim	0,147	0,002	0,012
L* Değeri Depolama	0,455	0,068	0,169
a* Değeri Üretim	0,000	0,000	0,000
a* Değeri Depolama	0,000	0,000	0,008
b* Değeri Üretim	0,000	0,000	0,000
b* Değeri Depolama	0,004	0,000	0,000
Biyojen Aminler			
Triptamin Üretim	0,137	0,014	0,067
Triptamin Depolama	0,007	0,000	0,097
2-feniletılamin Üretim	0,000	0,000	0,000
2-feniletılamin Depolama	0,000	0,000	0,014
Putresin Üretim	-	-	-
Putresin Depolama	0,001	0,000	0,001
Kadaverin Üretim	0,000	0,000	0,000
Kadaverin Depolama	0,000	0,002	0,000
Histamin Üretim	0,000	0,000	0,000
Histamin Depolama	0,000	0,000	0,000
Tiramin Üretim	0,000	0,000	0,000
Tiramin Depolama	0,000	0,003	0,000
Spermidin Üretim	0,000	0,000	0,085
Spermidin Depolama	0,000	0,000	0,031
Spermin Üretim	0,001	0,000	0,050
Spermin Depolama	0,000	0,000	0,190
Uçucu Aroma Bileşenleri			
3-metilbütanal	0,000	0,000	0,000
Allil Metil Sülfıt	0,014	0,000	0,000
Dimetil Disülfıt	0,000	0,000	0,000
1-pentanol	0,027	0,000	0,002
Heksanal	0,000	0,000	0,000
Diallıl Sülfıt	0,000	0,000	0,000
2,3-bütandıol	0,000	0,000	0,000
α-thujen	0,000	0,000	0,000
α-pinen	0,124	0,000	0,005
Allil metil disülfıt	0,000	0,000	0,000
Kamfen	0,000	0,000	0,000
Pentanoık asıt	0,006	0,000	0,001
Sabınen	0,623	0,000	0,737
β-pinen	0,000	0,000	0,000
β-mırsen	0,000	0,000	0,000
α-felandıren	0,000	0,000	0,000
Δ^3-Karen	0,001	0,000	0,000
α-terpinen	0,000	0,000	0,000
Limonen	0,000	0,000	0,000
p-sımen	0,003	0,000	0,000
Heksanoık Asıt	0,090	0,000	0,043
γ-terpinen	0,000	0,000	0,000
Undekan	0,000	0,000	0,000
α-terpinolen	0,000	0,000	0,000
Diallıl Disülfıt	0,000	0,000	0,000
Di(1-propenıl)-disülfıt	0,000	0,000	0,000

EK 9 Farklı nitrat/nitrit kaynağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucuklarda uygulamanın ve sürenin etkisini gösteren varyans analizi sonuçlarına ilişkin p değerleri (devam)

Linalol	0,109	0,000	0,256
4-terpineol	0,065	0,000	0,001
Dekanal	0,000	0,000	0,000
Kuminaldehit	0,000	0,000	0,000
<i>p</i> -mentha-1,3-dien-7-al	0,000	0,000	0,000
<i>p</i> -mentha-1,4-dien-7-al	0,000	0,000	0,000
α -kopaen	0,005	0,000	0,011
β -elemen	0,012	0,371	0,022
İsokaryofillen	0,001	0,000	0,001
Pentadekan	0,288	0,000	0,002
α -humulen	0,000	0,000	0,000
β -selinen	0,000	0,000	0,001
Mikrobiyolojik Özellikler			
TMAB Üretim	0,000	0,000	0,000
TMAB Depolama	0,000	0,000	0,000
LAB Üretim	0,000	0,000	0,000
LAB Depolama	0,005	0,000	0,011
MSB Üretim	0,000	0,000	0,000
MSB Depolama	0,000	0,000	0,000
<i>Enterobacteriaceae</i> Üretim	0,000	0,000	0,000
<i>Enterobacteriaceae</i> Depolama	0,000	0,000	0,000
Çiğ Sucuklarda Duyusal Değerlendirme			
Tat	0,064	0,001	0,990
Renk	0,000	0,000	0,976
Koku	0,220	0,000	0,943
Tekstür	0,000	0,001	0,707
Genel Beğeni	0,004	0,001	0,906
Pişmiş Sucuklarda Duyusal Değerlendirme			
Tat	0,367	0,006	0,953
Renk	0,000	0,000	0,723
Koku	0,003	0,069	0,208
Tekstür	0,001	0,083	0,621
Genel Beğeni	0,000	0,007	0,591