



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PANCARDAN (*Beta vulgaris* var. *saccharifera*
L.) ŞEKERE NİTRAT VE NİTRİT
İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE
SUCUK ÜRETİMİNDE KÜRLEME AJANI
OLARAK KULLANILABİLME İMKANLARI**

Nazik Meziyet DİLEK

DOKTORA TEZİ

Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Şubat-2022
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Nazik Meziyet DİLEK tarafından hazırlanan “PANCARDAN (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.) ŞEKERE NİTRAT VE NİTRİT İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE SUCUK ÜRETİMİNDE KÜRLEME AJANI OLARAK KULLANILABİLME İMKANLARI” adlı tez çalışması .../.../... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Unvanı Adı SOYADI

.....

Danışman

Prof.Dr. Mustafa KARAKAYA

.....

Üye

Unvanı Adı SOYADI

.....

Üye

Unvanı Adı SOYADI

.....

Üye

Unvanı Adı SOYADI

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr.
FBE Müdürü

Bu tez çalışması Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (SUBAP-Konya, Türkiye) tarafından 20111002 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Nazik Meziyet DİLEK

-/-/2022

ÖZET

DOKTORA TEZİ

PANCARDAN (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.) ŞEKERE NİTRAT VE NİTRİT İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE SUCUK ÜRETİMİNDE KÜRLEME AJANI OLARAK KULLANILABİLME İMKANLARI

Nazik Meziyet DİLEK

**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
2022, 165 sayfa**

Jüri

**Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA (Danışman)
Prof. Dr. Nesimi AKTAŞ
Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
Dr. Öğr. Üyesi Kübra ÜNAL
Dr. Öğr. Üyesi Sümeyra Sultan TİSKE İNAN**

Bu çalışmada, şeker pancarının çeşitli kısımlarının nitrat ve nitrit içerikleri belirlenmiş ve en yüksek nitrat içeriğine sahip olduğu belirlenen melas, iki ayrı formda (melas ve toz melas) fermente Türk sucuğu üretiminde doğal kürleme ajanı olarak kullanılmıştır. Elde edilen sucukların olgunlaştırma (1., 3. ve 5. gün) ve depolama (1., 20., 40. ve 60. gün) sürecinde bazı kalite karakteristikleri belirlenmiştir. Doğal kürleme ajanı olarak kullanılan melas ve toz melasın sucuktaki etkilerini karşılaştırabilmek amacıyla sodyum nitrat içeren kontrol grubu oluşturulmuştur. Sucuk üretiminde doğal alternatif kürleme işleminin uygulanması, olgunlaştırma sürecinde sucukların a_w , pH, iç kesit b^* renk değerlerinde düşüşe; iç kesit L^* renk değeri, titrasyon asitliği, nitrozomyoglobin miktarı, kalıntı nitrat, kalıntı nitrit, sertlik, kohesivlik, esneklik, çiğnenebilirlik ve geri kazanım değerlerinde artışa neden olmuştur. Depolama sürecinde yapılan analizler sonucunda doğal alternatif kürleme işlemi; TBA miktarı, a_w , pH ve iç kesit a^* renk değerlerini azaltırken; dış kesit a^* renk değeri, iç kesit L^* renk değeri, titrasyon asitliği, nitrozomyoglobin, kalıntı nitrat, kalıntı nitrit miktarı, sertlik, çiğnenebilirlik ve geri kazanım değerlerini artırdığı belirlenmiştir. Mikrobiyolojik analizler sonucunda doğal alternatif kürleme işleminin olgunlaştırma sürecinde LAB sayısını artırdığı; TMAB sayılarında ise olgunlaştırma ve depolama sürecinde önemli bir değişim oluşturmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir. Ayrıca olgunlaştırma sürecinin son gününden itibaren (5.gün) depolama süresince sucuk örneklerinde Koliform grubu bakteri tespit edilmemiştir. Duyusal analizde; doğal alternatif kürleme işlemi uygulanan sucuk örnekleri, kontrol grubu ile kıyaslandığında lezzet, tekstür ve genel beğeni parametreleri açısından daha yüksek puanlar almıştır. Sonuç olarak; sucuk formülasyonunda doğal kürleme ajanı olarak şeker pancarı melası ve toz melasın kullanımı ile nitrat miktarının azaltılmasının mümkün olabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğal alternatif kürleme, fermente sucuk, melas, nitrat, nitrit, şeker pancarı

ABSTRACT

Ph.D THESIS

DETERMINATION OF NITRATE AND NITRITE CONTENTS FROM SUGAR BEET (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.) TO SUGAR AND THE POSSIBILITIES OF USE AS CURING AGENTS IN SUCUK PRODUCTION

Nazik Meziyet DİLEK

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELCUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY IN FOOD ENGINEERING

Advisor: Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
2022, 165 Pages

Jury

Advisor Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
Prof. Dr. Nesimi AKTAŞ
Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
Assist. Prof. Kübra ÜNAL
Assist. Prof. Sümeyra Sultan TİSKE İNAN

In this study, the nitrate and nitrite contents of the various parts of the sugar beet were determined and molasses determined to have the highest nitrate content was used as a natural curing agent in the production of fermented Turkish sucuk in two different forms (molasses and powdered molasses). Some quality characteristics were determined during the ripening (1st, 3rd and 5th days) and storage (1st, 20th, 40th and 60th days) period of the sucuk obtained. In order to compare the effects of molasses and powdered molasses used as natural curing agents in sucuk, a control group containing sodium nitrate was formed. The application of natural alternative curing process in the sucuk production led to a decrease in the a_w , pH and b^* values of inside surface and an increase L^* values of inside surface, titratable acidity, nitrosomyoglobin, residual nitrate, residual nitrite content, hardness, adhesiveness, springiness, chewiness and resilience values of sucuk in the ripening period. As a result of the analyzes carried out during the storage period, it was detected that the natural alternative curing process decreases TBA content, a_w , pH and a^* values of inside surface, while increasing the a^* values of outside surface, L^* values of inside surface, titratable acidity, nitrosomyoglobin content, residual nitrate, residual nitrite, hardness, chewiness and resilience values of sucuk. As a result of microbiological analysis, it was found that natural alternative curing process increases the number of LABs during the ripening period; it was determined that there was no significant change in the number of TMABs during the ripening and storage period. In addition, from the last day of the ripening period (5th day), Coliform bacteria were not detected in sucuk samples during storage period. In the sensory analysis, sucuk samples that were applied natural alternative curing process received higher scores in terms of flavor, texture and general taste parameters compared to the control group. Consequently, it was determined that it could be possible to reduce the amount of chemical nitrate by using sugarbeet molasse and powdered molasse as a natural curing agent in fermented sucuk formulation.

Key Words: Fermented sucuk, molasse, natural alternative curing, nitrate, nitrite, sugar beet

ÖNSÖZ

Öncelikle bu tezin oluşmasında büyük emeği olan ve eğitimim boyunca çok değerli bilgi, fikir ve tecrübeleri ile yol göstererek yetişmemi sağlayan çok değerli Danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA'ya;

Tez İzleme Komitesi üyeleri değerli hocalarım Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN'a ve Dr. Öğr. Üyesi Sümeyra Sultan TİSKE İNAN'a;

Bilgi ve tecrübesi ile her zamanda yanımda olan değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Kübra ÜNAL'a;

Hiçbir zaman bilgi ve tecrübesini esirgemeyen, Doktora eğitimim boyunca çok defa yardımına başvurduğum ve tez çalışmalarım sırasında desteğiyle her zaman yanımda olan değerli hocam Dr. Ali Samet BABAOĞLU'na;

Bu güne kadar eğitimime katkısı olan bütün hocalarıma;

Tezimin analiz aşamalarında yardımcı olan Dr. Talha DEMİRCİ'ye, , Gıda Yüksek Müh. Sevim Yağmur GÜVEN'e, Gıda Mühendisi Hayriye ÖZKAN'a, Gıda Mühendisi Esra KORKMAZ'a, Gıda Yüksek Müh. Görkem KIRMIZIKAYA'ya;

Tezimin yazımı esnasında bilgilerinden yararlandığım eserlerdeki bütün yazarlara;

Tez çalışmamda kullanılan sucukların üretilmesi ve hammaddelerin temini konusunda yardımlarını esirgemeyen Panagro Et-Süt Entegre Gıda Tesisleri yetkililerine ve çok değerli arkadaşım ve meslektaşım Gıda Yüksek Müh. Büşra Zeynep ÇELİK ve ekibine en kalbi duygularıyla ayrı ayrı teşekkür ederim.

Her konuda destek ve yardımlarını her an hissettiğim başta annem ve babam olmak üzere tüm aileme ve eşimin değerli ailesine;

Lisansüstü eğitimimin her aşamasında maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, sonuna kadar fedakarlık gösteren eşim Mehmet DİLEK'e ve çalışabilmek için kendisinden çaldığım zamana rağmen her gün beni sabırla ve sevgiyle bekleyen canım oğlum Miraç Eren DİLEK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Nazik Meziyet DİLEK
KONYA-2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET	vii
ABSTRACT.....	viii
ÖNSÖZ	ix
İÇİNDEKİLER	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
2.1. Şeker pancarı (<i>Beta vulgaris</i> var. <i>saccharifera</i> L.)	5
2.2. Fermente Sucuk	7
2.3. Et Ürünlerinde Kürlenme İşlemi.....	10
2.4. Et Ürünlerinde Nitrat ve Nitritin Kullanım Amaçları.....	11
2.4.1. Renk oluşumu üzerindeki etkisi.....	12
2.4.2. Lezzet üzerine etkisi	13
2.4.3. Antimikrobiyal etkisi	14
2.4.4. Oksidasyon üzerine etkisi	14
2.4.5. Sağlık üzerine etkisi	15
2.5. Et Ürünlerinde Nitrat ve Nitrit Kullanımı ile İlgili Yasal Düzenlemeler	16
2.6. Et Ürünlerinde Nitrat/Nitrit Kullanımını Azaltmaya Yönelik Çalışmalar	17
2.6.1. Mikroorganizmalar ve ürünleri kullanılarak yapılan çalışmalar.....	17
2.6.2. Yenilikçi teknolojiler kullanılarak yapılan çalışmalar	19
2.6.3. Organik asitler kullanılarak yapılan çalışmalar	20
2.6.4. Çeşitli bitkiler kullanılarak yapılan çalışmalar	21
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	27
3.1. Materyal	27
3.1.1. Et ve Yağ	27
3.1.2. Katkı maddeleri ve kılıf	27
3.2. Yöntem.....	28
3.2.1. Deneme planı	28
3.2.2. Sucuk üretimi	30
3.2.3. Örneklerin analize hazırlanması	31
3.2.4. Analiz yöntemleri	32
3.2.4.1. Nem tayini.....	32
3.2.4.2. Protein tayini.....	32
3.2.4.3. Toplam yağ tayini	32
3.2.4.4. Toplam kül tayini.....	32
3.2.4.5. Mineral madde tayini	33
3.2.4.6. pH tayini	33
3.2.4.7. Su aktivitesi (a_w) tayini	33
3.2.4.8. Titrasyon asitliği tayini	33

3.2.4.9. Thiobarbitürik asit (TBA) miktarı analizi.....	34
3.2.4.10. Kalıntı nitrat analizi	34
3.2.4.11. Kalıntı nitrit analizi.....	34
3.2.4.12. Şeker profili analizi.....	34
3.2.4.13. Nitrozomyoglobin (NOMb) analizi	34
3.2.4.14. Renk analizi	35
3.2.4.15. Tekstür profil analizi (TPA)	35
3.2.4.16. Mikrobiyolojik analizler	36
3.2.4.16.1. Toplam Mezofilik Aerobik bakteri sayımı (TMAB)	36
3.2.4.16.2. Toplam Laktik Asit bakteri sayımı (LAB)	36
3.2.4.16.3. Toplam Maya-Küf sayımı (TMK)	36
3.2.4.16.4. Toplam Koliform grubu bakteri sayımı	36
3.2.4.17. Duyusal analiz.....	37
3.2.4.18. İstatistiksel analizler	37
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	38
4.1. Şeker Pancarının Farklı Kısımlarının Nitrat ve Nitrit Analizi Sonuçları.....	38
4.2. Sucuk Üretiminde Kullanılan Hammaddelere Ait Analiz Sonuçları.....	39
4.2.1. Et-yag karışımına ait analiz sonuçları.....	39
4.2.2. Melas ve toz melas analiz sonuçları	41
4.2.3. Sucuk hamuru analiz sonuçları	43
4.3. Olgunlaştırma Süreci Analiz Sonuçları	47
4.3.1. Nem ve su aktivitesi (a_w) tayini sonuçları.....	47
4.3.2. Protein ve toplam yağ tayini sonuçları	52
4.3.3. pH ve titrasyon asitliği tayini sonuçları	55
4.3.4. Renk analizi sonuçları.....	59
4.3.4.1. Dış kesit yüzeyi renk analizi sonuçları	59
4.3.4.2. İç kesit yüzeyi renk analizi sonuçları.....	62
4.3.5. Nitrozomyoglobin tayini sonuçları	65
4.3.6. Kalıntı nitrat ve kalıntı nitrit tayini sonuçları	67
4.3.7. Tekstür profil analizi (TPA) sonuçları.....	72
4.3.8. Mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	81
4.3.8.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) sayımı sonuçları.....	81
4.3.8.2. Toplam Laktik Asit bakteri sayımı (LAB) sonuçları.....	83
4.3.8.3. Toplam Maya-Küf sayımı (TMK) sonuçları	86
4.3.8.4. Toplam Koliform grubu bakteri sayımı sonuçları	87
4.4. Depolama Süreci Analiz Sonuçları.....	89
4.4.1. Nem tayini sonuçları.....	89
4.4.2. Su aktivitesi tayini sonuçları.....	91
4.4.3. Protein, toplam yağ ve toplam kül tayini sonuçları	93
4.4.4. pH tayini sonuçları.....	97
4.4.5. Titrasyon asitliği tayini sonuçları	100
4.4.6. Renk analizi sonuçları.....	102
4.4.6.1. Dış kesit renk analizi sonuçları.....	102
4.4.6.2. İç kesit yüzeyi renk analizi sonuçları.....	105
4.4.7. Nitrozomyoglobin tayini sonuçları	109
4.4.8. Kalıntı nitrat ve kalıntı nitrit tayini sonuçları	112
4.4.9. Thiobarbitürik asit (TBA) miktarı tayini sonuçları.....	117
4.4.10. Tekstür profil analizi (TPA) sonuçları.....	120
4.4.11. Mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	129

4.4.11.1. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı sonuçları	129
4.4.11.2. Toplam laktik asit bakteri (LAB) sayımı sonuçları	131
4.4.11.3. Toplam Maya-Küf sayımı (TMK) sonuçları.....	133
4.4.11.4. Toplam Koliform grubu bakteri sayımı sonuçları	135
4.5. Duyusal Analiz Sonuçları	136
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	138
5.1. Sonuçlar	138
5.2. Öneriler	141
KAYNAKLAR	143
EKLER	161
ÖZGEÇMİŞ	162



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

a^*	: Kırmızılık değeri
a_w	: Su aktivitesi değeri
b^*	: Sarılık değeri
$^{\circ}\text{C}$	: Santigrat derece
Ca	: Kalsiyum
Fe	: Demir
L^*	: Parlaklık değeri
log	: Logaritma
P	: Fosfor
%	: Yüzde

Kısaltmalar

A	: Melas katkılı sucuk örnekleri
B	: Toz melas katkılı sucuk örnekleri
C	: % 50 sodyum nitrat + % 50 melas katkılı sucuk örnekleri
D	: % 50 sodyum nitrat+ % 50 toz melas katkılı sucuk örnekleri
dk	: Dakika
g	: Gram
HCl	: Hidroklorik asit
HNO_2	: Nitroz asit
K	: Sodyum nitrat katkılı sucuk örnekleri
kg	: Kilogram
kGy	: Kilo Gray
kob	: Koloni oluşturan birim
LA	: Laktik asit
LAB	: Laktik asit bakterisi
MA	: Malonaldehit
M.Ö.	: Milattan önce
mg	: Miligram
min	: Dakika
mm	: Milimetre

ml	: Mililitre
MRS	: De Man Rogosa Sharpe
N	: Newton
N	: Normalite
NaOH	: Sodyum hidroksit
NaNO ₃	: Sodyum nitrat
NH ₄ ⁺	: Amonyum
N ₂ O ₃	: Diazot trioksit
nm	: Nanometre
NO	: Nitrik oksit
NO ₃ ⁻	: Nitrat
NO ₂ ⁻	: Nitrit
NOMb	: Nitrozomyoglobin
NO-metMb	: Nitrozometmyoglobin
PCA	: Plate Count Agar
PDA	: Potato Dextrose Agar
ppm	: Milyonda bir
SO ₄ ⁻	: Sülfat
TBA	: Thiobarbitürik asit
TMAB	: Toplam mezofilik aerobik bakteri
TPA	: Tekstür profil analizi

1. GİRİŞ

Et ve et ürünleri; protein, vitamin ve mineral madde kaynağı olarak sağlıklı ve dengeli beslenmenin temini açısından büyük önem arz etmektedir. Artan dünya nüfusunun gıda maddesi gereksinimlerinin karşılanmasında da et ve et ürünleri oldukça önemli bir yere sahiptir. Toplumun beslenme ihtiyaçlarının karşılanmasında gıdaların besleyici özellikleri kadar insan sağlığı üzerindeki etkileri ve mikrobiyolojik kalitesi de oldukça önemlidir. Bu nedenle, gıdaların üretiminden tüketilinceye kadar geçen sürede her türlü fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozulma etkenlerinden arındırılmış olması gerekmektedir. Diğer tüm gıda grupları gibi et ve et ürünlerinin üretiminde de gıda güvenliğinin en üst düzeyde sağlanması gerekmektedir.

Et ve et ürünleri; yüksek biyolojik değere sahip protein, B grubu vitaminleri ve birçok mineral maddenin önemli bir kaynağı olması sebebiyle sağlıklı ve dengeli bir beslenme için insan diyetinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Etin besleyici değerinin yüksek olmasının yanı sıra yüksek su aktivitesine sahip olması bozulmaya elverişli bir gıda maddesi olmasına sebep olmaktadır (Özbay Doğu ve Sarıçoban, 2015). Hem ekonomik kayıpları önlemek hem de gıda güvenliğini sağlamak amacıyla etin uygun yöntemlerle muhafaza edilmesi gerekmektedir. Et muhafazasında kullanılan en eski yöntemlerden biri olan tuz ilavesi; su aktivitesini düşürüp mikroorganizmaların gelişimini engellerken, yağ ve pigment oksidasyonunu hızlandırmaktadır (Öztan, 2003; Honikel, 2008). Tuzun bu etkilerinin yanında yüksek konsantrasyonlarda kullanıldığında, kas dokusunun iç kısımlarında arzu edilmeyen bir renk oluşumu görülebilmektedir (Shahidi ve Pegg, 2017). Tuz ilavesi ile meydana gelen bu olumsuzlukları önlemek ve et ürünlerine karakteristik bir lezzet kazandırmak amacıyla kürlleme işlemi uygulanmaktadır (Gökalp ve ark., 2004; Doğruer ve Güner, 2005). Kürlleme işleminde et ürünlerine tuz, nitrat ve nitrit gibi kürlleme ajanları ve ürünün çeşidine göre çeşitli baharatların eklendiği ve elde edilen ürünün renk, tekstür, tat, aroma ve lezzet gibi özelliklerinde iyileşme ve raf ömrü süresince dayanımının artması amaçlandığı bildirilmektedir (Aksu ve Kaya, 2002). Toprak, su ve bitkilerde de doğal olarak bulunan nitrat ve nitrit önemli görevler üstlenmeleri nedeniyle et ve et ürünlerinde en çok kullanılan katkı maddeleri arasında yer almaktadır.

Pasif bir kürlleme ajanı olan nitratın et ürünlerinde kürlleme reaksiyonlarını gerçekleştirebilmesi için daha aktif form olan nitrite indirgenmesi gerektiği bildirilmiştir (Terns ve ark., 2011). Bu indirgeme işlemi, etlerde bulunabilen veya üretim sırasında ilave edilen ve nitrat redüktaz aktivitesi içeren bakteriler tarafından

gerçekleşebilmektedir (Gray ve ark., 1981; Sebranek ve Bacus, 2007). Bazı et ürünlerinin üretiminde temel bir katkı maddesi olan nitritin, et ürünlerinde karakteristik kürlenmiş et renginin, lezzet ve doku özelliklerinin geliştirilmesi ve özellikle *Clostridium botulinum* başta olmak üzere patojen mikroorganizmaların inaktivasyonu ve oksidatif acılaşma oluşumunun engellenmesi için uzun yıllardır kullanıldığı bildirilmektedir (Ahn ve ark., 2004; Liu ve ark., 2010). Nitrat ve nitritin et ürünlerinde renk üzerine etki gösterebilmesi için nitratın nitrite, nitritin de nitrik oksite (NO) indirgenmesi gerekmektedir. Oluşan nitrik oksitin, et pigmenti myoglobini ile reaksiyona girerek tipik kırmızımsı kür rengini oluşturan nitrozomyoglobini meydana getirdiği rapor edilmiştir (Adamsen ve ark., 2006; Armenteros ve ark., 2012). Isı uygulamasıyla; myoglobinin protein kısmı denatüre olarak, kürlenmiş etlerin karakteristik açık pembe rengini oluşturan nitrozohemokromojen pigmentinin ortaya çıktığı ve böylece rengin sabitlendiği bildirilmiştir. Ayrıca nitritin indirgenmesi sonucunda oluşan NO, serbest radikal tutucusu olarak görev yapmakta, böylelikle antioksidan özellik göstermektedir. NO'nin birincil antioksidan etkisinin, et pigmentinin hem demirini bağlayıp, stabilize etmesine ve pişirme süresince ortaya çıkan, lipid oksidasyonunun kuvvetli bir katalizörü olan serbest demir miktarının azaltılmasına dayandığı ifade edilmektedir (Parthasarathy ve Bryan, 2012).

Nitrat/nitritin olumlu etkilerinin yanında olumsuz etkilerinin de olduğu bildirilmektedir. Nitratın indirgenmesi sonucu oluşan nitrit, etteki sekonder aminlerle reaksiyona girerek kanserojen, teratojen ve mutajen olduğu belirlenen N-nitrozo bileşenlerin oluşumuna neden olmaktadır (Pourazrang ve ark., 2002; Zanardi ve ark., 2002; Zarringhalami ve ark., 2009). N-nitrozo bileşenlerinin oluşumunun, kolorektal kanser başta olmak üzere bazı kanser türlerinin ortaya çıkma riskini arttırabildiği (Santarelli ve ark., 2008), günde 50 g işlenmiş et tüketiminin ise kolorektal kanser riskini % 18 düzeyinde arttırdığı bildirilmiştir (Anonim, 2015). Bu kimyasal maddelerin insan sağlığı üzerine bir diğer olumsuz etkisi ise; nitritin kandaki hemoglobin pigmenti ile birleşerek oksijen taşıma özelliği olmayan methemoglobin oluşturmalarıdır (Cemek ve ark., 2007). Günümüzde tüketicilerin, hiçbir kimyasal maddenin kullanılmadığı doğal katkılı et ürünlerine olan talepleri giderek artmaktadır. Bu nedenle bu konuda çalışan araştırmacılar ve üreticiler tarafından et ürünlerinde nitrat ve nitritin yerini alabilecek ve sağlık üzerine olumsuz etkileri olmayan alternatif katkıların kullanım imkanlarının araştırılması üzerine uzun yıllardır çalışmalar yürütülmektedir. Ancak nitrat ve nitrit kürlenmiş et ürünlerinin karakteristik özellikleri üzerinde geniş bir aktiviteye sahip

olduğu için henüz bu katkıların tüm fonksiyonlarını gerçekleştirebilecek düzeyde etkili alternatif tek bir katkı maddesi tespit edilememiştir. Yapılan güncel çalışmalarda et ürünleri formülasyonlarında nitrat ve nitrit kullanımının ve üründe kalıntı nitrit miktarının azaltılması amacıyla yeni teknolojik yöntemler, mikroorganizmaların kendisi veya metabolitlerinin kullanılması, doğal katkı maddelerinin ve/veya kombinasyonlarının kullanılması gibi çeşitli yöntemler geliştirilmeye çalışılmaktadır.

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.) öncelikli olarak şeker üretmek amacıyla yetiştirilen, *Chenopodiaceae* (Ispanakgiller) familyasında yer alan bir endüstri bitkisidir. Şeker üretiminin yanı sıra şeker pancarından melas, küspe, yaprak ve baş atıkları gibi elde edilen yan ürünlerden hayvan yemi, alkol ve ispiroto elde edilmesi, şeker pancarı üretiminin modern tarım tekniklerine uygun olması ve istihdam oluşturmaya nedeniyle şeker pancarının oldukça önemli bir bitki olduğu bildirilmiştir (Yardimci ve ark., 2012).

Şeker pancarının toprak özellikleri bakımından seçici bir bitki olmadığı ve her çeşit toprakta yetiştirilebildiği, buna karşılık derin ve orta derin yapılı, tınlı, mineral madde yönünden zengin ve humus oranı fazla olan topraklarda daha iyi verim alındığı bildirilmiştir (Özçağlar, 1992; Doğanay, 2007).

Türkiye’de şeker pancarı tarımının yaklaşık % 70’lik bölümünün karasal iklimin hakim olduğu bölgelerde, % 25’inin geçit bölgesi olarak adlandırılan bölgelerde ve % 5’lik kısmının ise kıyı şeridi bölgelerinde yapıldığı bildirilmiştir. Şeker pancarından şeker elde edilmesi esnasında gövdeden ayrılan pancarın baş ve yapraklarının, şeker üretimi yan ürünleri olan posa ve melasın, ve melastan alkol ve maya gibi ürünlerin elde edilmesi esnasında oluşan şilempenin, hayvan beslemede değerli bir yem materyali olduğu bildirilmiştir (Ceylaner, 2018).

Şeker pancarının % 22-25 arasında olan kuru maddesinin; % 4.8 ham protein, % 4.8 ham selüloz, % 0.4 ham yağ, % 1.9 ham kül, % 3.0 sakkaroz, 144 mg Ca, 34 mg P, 3.1 mg Fe içerdiği; şeker pancarı yapraklarında % 1 oranında bulunan okzalik asidin, kurak mevsimlerde % 5’e kadar yükseldiği ve yine yapraklarda hidroksiyanik asit, nitratlar ve nitritlerin de bulunduğu bildirilmiştir (Ergün ve ark., 2016).

Nitrat ve betalain pigmentleri bakımından zengin bir kaynak olan şeker pancarı, fenolik bileşikler gibi bioaktif fitokimyasalları içerdiğinden, doğal antioksidan ve renk maddesi olarak kullanılabilir (Georgiev ve ark., 2010; Račkauskienė ve ark., 2015). İleri işlenmiş et ürünleri üretiminde kürleme ajanlarından olan nitrat ve nitritin sağlık üzerine olumsuz etkilerinin olması sebebiyle son zamanlarda yapılan çalışmalar,

nitrat ve/veya nitrit yerine kullanılabilecek doğal ve sağlıklı ürünler üzerine yoğunlaşmıştır.

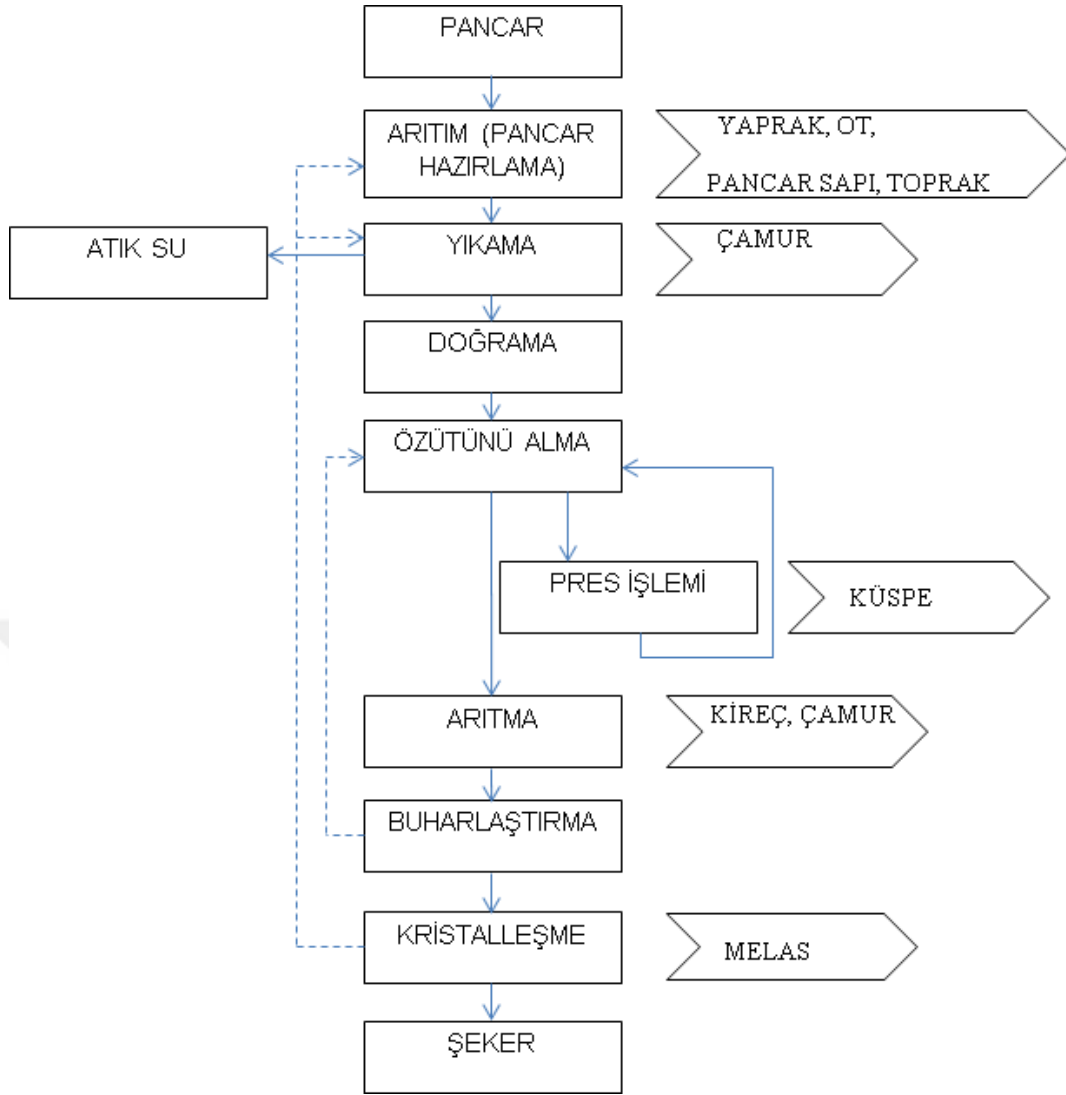
Bu çalışmada, doğal alternatif kürleme işlemi ile fermente Türk sucuğu üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla sodyum nitrat ve yüksek miktarda nitrat içerdiği belirlenen melas ve toz melas kullanılarak 5 farklı sucuk formülasyonu hazırlanmıştır. Elde edilen sucuk hamurlarında, sucukların olgunlaştırma ve depolama sürecinde kalıntı nitrat/nitrit miktarları ve sucukların bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiştir. Bunun için; üretilen sucuk örneklerinin tekstürel ve duyuşsal özellikleri tespit edilmiştir. Bu çalışma ile; melas ve toz melas kullanılarak gerçekleştirilen doğal alternatif kürleme işleminin, tüketici taleplerini karşılama ve fermente Türk sucuğunda istenen çeşitli kalite özelliklerini sağlama ve raf ömrü süresince muhafaza etme açısından uygunluğu belirlenmeye çalışılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Şeker pancarı (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.)

1750'lerden önce tüm dünyada şeker üretimi; şeker kamışından karşılanırken, bir Alman kimyacının, hayvan besleme amacıyla yetiştirilen pancardan (*Beta vulgaris*) şeker ekstrakte etmesi ile şeker pancarının keşfedildiği bildirilmiştir (Jodidi, 1911; Cooke ve Scott, 1993; Alamzan ve ark., 1998). Farklı iklim ve toprak şartlarına oldukça tolerans gösterebilen şeker pancarı (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.), Ispanakgiller (*Chenopodiaceae*) familyasına ait iki yıllık bir bitkidir (Stevanato ve Panella, 2013). Ülkemiz, iklim ve toprak özelliklerinin şeker pancarı tarımına uygun olması sebebiyle dünyada şeker pancarı tarımının yapıldığı ilk beş ülke arasında yer almaktadır. Konya başta olmak üzere Eskişehir, Afyonkarahisar ve Yozgat gibi şehirlerde şeker pancarı tarımı gelir getirici tarımsal faaliyet olarak devam ettirilmektedir. Şeker pancarının % 75'inin su, % 25'inin ise kuru maddeden oluştuğu; kuru maddenin ise % 17.5'nin sakkaroz, % 7.5'inin şeker dışı maddelerden meydana geldiği bildirilmektedir. Şeker dışı maddeler, suda çözünen ve çözünmeyen olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Suda çözünmeyen kısma "mark" adı verildiği ve % 4.8'lik kısma sahip olduğu bildirilmiştir (Kavas ve Leblebici, 2004).

Sebzelerin gelişimlerini devam ettirmek amacıyla gereksinimden daha fazla nitrat absorbe etmeleri durumunda, sebzelerde nitrat birikiminin meydana geldiği bildirilmektedir (Prasad ve Chetty, 2008). Şeker pancarının lifli kök sistemi tarafından topraktan alınan nitratin, kısmen nitritlere ve sonuçta hidroksilamin ve amonyağa indirgendikleri yapraklara taşındığı ifade edilmiştir (Mahn ve ark., 2002). Şeker pancarının nitrat içeriğinin, azotlu gübreleme oranı ve iklim şartlarına bağlı olarak değiştiği ifade edilmektedir. Şeker pancarında bulunan nitrit içeriğinin ise oldukça az olduğu, fakat termofilik bakteriler tarafından nitratin nitrite indirgenmesi sonucunda nitrit içeriğinin artabileceği bildirilmiştir (Hoffmann ve Märlander, 2005). Şeker pancarından şekerin elde edilmesi Şekil 2.1'de, şeker pancarına ve melasa ait görseller ise Şekil 2.2'de sunulmuştur.



Şekil 2.1. Şeker pancarından şeker üretimi (Özkan, 2014)



Şekil 2.2. Şeker pancarı ve melası

Şeker endüstrisinin bir yan ürünü olan melas; şeker üretimi sırasında açığa çıkan kristalleşmeyen şurupdur. Şeker üretimi sırasında sürekli oluştuğu ve nispeten düşük maliyetle kolayca temin edilebilir olduğu bildirilmiştir (Roukas, 1996). Şeker pancarı melasının yüksek miktarda fermente edilebilir şeker (sakkaroz, glukoz, fruktoz ve rafinoz), betain, laktik asit, amino asit, mineral madde (potasyum, kalsiyum, sodyum, magnezyum ve demir), vitamin ve fenolik bileşikler gibi şeker olmayan organik bileşikler ve melanin gibi koyu renk veren bileşikler içerdiği rapor edilmiştir (Djordjević ve ark., 2018).

Şeker pancarı melası önceleri hayvan besleme, alkol üretimi ve fermantasyon ortamı sağlama gibi amaçlar ile kullanılmıştır (Paturau, 1989; Ahmedna ve ark., 2000). Ancak yapılan çalışmalarda şeker pancarı melasının; antioksidan (Koprivica ve ark., 2009; Filipčev ve ark., 2010; Valli ve ark., 2012), antiinflamatuvar (Miles ve ark., 2005) ve antimikrobiyal aktiviteye (Onbasli ve Aslim, 2008) sahip olduğu ve DNA hasarını onarıcı (Asikin ve ark., 2013) etkiler gösterdiği belirlenmiştir. Şeker pancarı melasının, şeker/karbon kaynağı olarak mikroorganizmalar tarafından ksantan fermantasyonu için kullanıldığı ve sonuçta elde edilen ksantanın gıda endüstrisinde kıvam artırıcı olarak kullanıldığı rapor edilmiştir (Moosavi ve Karbassi, 2010). Şeker pancarı melasının fonksiyonel özellikleri gözönünde bulundurularak insan beslenmesinde kullanılabileceği düşünülmüş ve bu konuda çalışmalar yürütülmüştür. Yapılan çalışmalarda şeker pancarı melası; bisküvi (Filipčev ve ark., 2012; Filipčev ve ark., 2014), ekmek (Filipčev ve ark., 2010; Filipčev, 2011), glutensiz ürün (Šimurina ve ark., 2008; Filipčev ve ark., 2016; Šimurina ve ark., 2017), dondurma (Acan ve ark., 2020), probiyotik yoğurt (Ghazal ve Atallah, 2016) gibi çeşitli ürün formülasyonlarında kullanılmıştır. Ayrıca bal ikamesi (Filipčev ve ark., 2014), tat ve besleyici (Šimurina ve ark., 2008) ve tatlandırıcı (Šimurina ve ark., 2017) olarak kullanıldığı çalışmalar da literatürde mevcuttur.

2.2. Fermente Sucuk

Yüksek biyolojik değerde protein, vitamin ve mineral madde kaynağı olması sebebiyle beslenmemizin önemli unsurlarından olan etin, aynı zamanda mikroorganizmaların gelişebilmesi için de uygun bir ortam sağladığı bildirilmektedir. Etin kolay bozulabilir bir ürün olması nedeniyle, raf ömrünü uzatmak, değişik tat, lezzet ve yapıda ürünler üretmek ve etin bol olduğu dönemlerde işleyerek uzun süre

muhafazasını sağlamak amacıyla çeşitli işlemler uygulanmaktadır (Çon ve ark., 2002). Bu uygulamalardan biri olan fermentasyon sırasında birçok kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik değişikliklerin olduğu ve sonuçta elde edilen ürünün kendine özgü tat, koku, aroma, renk ve tekstüre sahip olduğu bildirilmiştir (Savic, 1985). Fermentasyon işlemi her ne kadar bir muhafaza yöntemi olsa da, günümüzde et teknolojisinde fermentasyonun kullanım amacının kendine özgü tat ve lezzette ürün üretmek olduğu ifade edilmektedir (Ercoşkun, 1999; Ayyıldız, 2001). Bu ürünlerden biri de ülkemizde uzun yıllardır üretilen ve geleneksel bir et ürünü olan sucuktur. Sucuk; üretiminde kullanılacak etin yağ ile birlikte kıyma halinde çekilmesinin ardından çeşitli baharat, şeker, tuz ve izin verilen miktarlarda katkı maddeleri ilave edilerek elde edilen hamurun doğal veya yapay kılıflar içerisinde belirli bir pH değerine ulaşınca kadar fermentasyona ve ardından kurumaya bırakılması ile üretilen bir et ürünüdür (Kurt, 2006). Türklere özgü fermente bir et ürünü olan sucuğun üretiminde fermentasyonla birlikte kurutma prosesinin de uygulandığı (Karakaya, 2007), ancak halen standart bir üretim tekniğinin olmadığı bildirilmiştir (Anonim, 2001). Sucuk üretiminde, farklı tür hayvan etlerinin kullanılabildiği ancak genellikle sığır etinin tercih edildiği ifade edilmiştir. Kullanılan etin kaliteli olması, kaliteli bir sucuk üretimi için ön koşul olup etlerin 3-4 yaşlarında sağlıklı hayvanlardan sağlanması, belirli ölçüde olgunlaşmış olması, tendonlarından, lenf yumrularından ve iri kan damarlarından arındırılmış olması gerektiği bildirilmiştir (Karakaya, 2007).

Sucuğun karakteristik tat, aroma, lezzet, renk ve tekstürünün yapısında bulunan karbonhidratların, proteinlerin, yağların, mikroorganizmaların, endojen ve bakteriyel enzimlerin katıldığı bir dizi reaksiyon sonucunda oluştuğu bildirilmiştir (Gökalp ve ark., 1998).

Karbonhidratların parçalanması, sucuğun olgunlaşması sırasında gerçekleşen ve kaliteyi etkileyen önemli olaylardan biridir (Toldra ve ark., 2001). Sucuğa özgü yakıcı ekşimsi tat; laktik asit bakterilerinin, etin yapısında doğal olarak bulunan ve sucuk formülasyonuna dışardan ilave edilen karbonhidratları fermente etmesi ile üretilen laktik asit tarafından oluşturulur (Nychas ve Arkoudelos, 1990). Söz konusu laktik asit bakterilerinin ortamda doğal olarak bulunmasının (kullanılan alet, ekipman, hammadde vb. kaynaklı) dışında, saf kültür şeklinde dışarıdan ilave edilebildiği bildirilmiştir (Tömek ve Serdaroğlu, 1990; Çon, 1995; Lücke, 2000). Karbonhidratların fermentasyonu ile laktik asidin dışında, tartarik asit, asetik asit, etilalkol, aseton,

asetaldehit ve karbondioksitin de olduğu ve sucuğun çeşitli özellikleri üzerinde etkili olduğu ifade edilmiştir (Toldra ve ark., 2001).

Fermente et ürünlerinin kalitesini etkileyen bir diğer biyokimyasal reaksiyon, proteolizdir. Proteoliz sırasında, et proteinleri önce kalpain ve katepsin gibi endojen enzimler tarafından polipeptitlere, daha sonra ise peptidazlar tarafından daha küçük molekül ağırlıklı peptitlere, son olarak da etin yapısındaki veya bakteriyel kaynaklı aminopeptidazlar tarafından serbest amino asitlere parçalandığı bildirilmiştir (Candoğan ve Acton, 2001). Proteoliz sırasında oluşan proteinler, peptitler ve serbest amino asitlerin; sucuğun tat ve aroması üzerinde etkili olduğu, hidrofilik peptitlerin olumlu etkilere, hidrofobik peptitlerin ise olumsuz etkilere sahip olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, kısa zincirli peptitlerin düşük konsantrasyonlarda iyi, yüksek konsantrasyonlarda ise acımsı kötü bir tat oluşumuna neden olduğu belirtilmiştir (Ensoy, 2004).

Sucuk üretiminde et proteinlerinin bir diğer etkilediği özellik ise sucuğun tekstürüdür. Etin kıyma halinde çekilmesi ve sucuk formülasyonunda bulunan tuzun etkisi ile çözünür hale gelen miyofibriler proteinler, laktik asit bakterilerinin faaliyetleri sonucunda laktik asidin artması ile pH izoelektrik noktaya yaklaştıkça denatüre olmaktadır. Denatüre olan miyofibriler proteinlerin su tutma kapasitelerinin azaldığı ve böylece sucuktan suyun uzaklaşması ve dolayısıyla kurutma işlemi kolaylaşırken, sucuğun dilimlenebilir bir yapı (tekstür) kazandığı ifade edilmiştir (Toldrá, 2006b).

Sucukta bulunan lipolitik enzimlerin sucuğun ana bileşenlerinden olan lipidleri hidrolize ederek digliserit, monogliserit, serbest yağ asitleri ve gliserolü meydana getirdiği, sonuçta sucuğun karakteristik tat ve aromasının oluşumuna katkı sağladığı bildirilmiştir (Ensoy ve Kolsarıcı, 2004). Sucuk formülasyonundaki yağlarda meydana gelen bir diğer reaksiyon oksidasyon olup lipid oksidasyonunun, et ve et ürünlerinin kalitesinin düşmesine neden olduğu belirtilmiştir (Ladikos ve Lougovois, 1990). Lipid oksidasyonu; doymamış yağ asitlerinin oksijen ile tepkimesi sonucunda aldehit, keton ve alkol gibi sekonder oksidasyon ürünlerinin ortaya çıkmasına yol açan kimyasal bir reaksiyondur. Lipid oksidasyonu sonucunda üründe istenmeyen tat ve koku oluşumu, okside lipidlerin protein, karbonhidrat ve vitaminlerle reaksiyonu ile besin ögesi kaybı gibi istenmeyen durumların görüldüğü bildirilmiştir (Labuza ve Dugan Jr, 1971). Serbest yağ asitlerinden oksidasyon sonucu oluşan peroksitlerin, daha ileri reaksiyonlara maruz kaldığında uçucu aroma bileşenlerini oluşturduğu ifade edilmiştir (Toldra, 1998).

Sucuk üretiminde; son üründe istenen özelliklerin sağlanmasında etkili olduğu bildiren bir diğer faktör de starter kültür kullanımıdır. Laktik asit bakterileri ortamda doğal olarak bulunarak spontan bir şekilde fermantasyonu gerçekleştirebileceği gibi sucuk formülasyonuna belirli seviyelerde saf kültürler halinde de ilave edilebilmektedir. Sucuk üretiminin fermantasyon sürecinde iki ayrı mikrobiyal faaliyetin meydana geldiği bildirilmiş olup bunlar; laktik asit bakterileri ve mikrokoklar tarafından gerçekleştirilmektedir. Laktik asit bakterileri, karbonhidratları (şekeri) fermente edip laktik asit üreterek sucuğun karakteristik ekşimsi lezzetini sağlarken; mikrokoklar ise nitratin nitrite indirgenmesini sağlayarak sucukların tipik kürlenmiş rengini oluşturduğu rapor edilmiştir (Ordóñez ve ark., 1999). Fermantasyon sırasında oluşan laktik asit; sucuk pH'ını düşürerek üründe patojen ve bozucu mikroorganizma gelişimini engellemekte, et proteinlerini denatüre ederek kuruma işlemini kolaylaştırmakta ve ürüne özgü ekşi lezzeti oluşturmaktadır (Olsen ve Peitersen, 1984; Johansson ve ark., 1994). *Lactobacillus*, *Pediococcus* ve *Micrococcus* cinsi bakterilerin çeşitli et ürünlerinde starter kültür olarak sıklıkla kullanıldığı bildirilmiştir (Serdaroğlu ve Tömek, 1994; Bozkurt, 2002).

2.3. Et Ürünlerinde Kürleme İşlemi

Kolay bozulabilir olması nedeniyle etin farklı yöntemlerle muhafaza edilmeye çalışılması, insanlık tarihi kadar eskidir. Buzdolabının henüz icat edilmediği zamanlarda, et ürünlerinin bozulmadan uzun süre tüketilmesini sağlamak amacıyla su aktivitesini azaltmak için kurutma, tütsüleme, tuzlama, salamura ve marine etme gibi çeşitli muhafaza yöntemlerinin kullanıldığı bildirilmiştir. Et parçalarının tuz ile muamelesinde bozulmadığı farkedilmiş, böylece tarihte et muhafazası için kullanılan ilk katkı maddesinin tuz olduğu bildirilmiştir. Tuz; doğrudan bakterileri inhibe ederek ve su aktivitesinin düşmesini sağlayarak mikrobiyal gelişimi önlemektedir (Pegg ve Shahidi, 2000). Yüzyıllar boyunca etin tuzlanması ardından, belirgin pembe renk ve özgün lezzet kazandırdığı için belirli tuzların kullanımı daha fazla talep edilir olmuştur.

Tarihte et kürlenmesinin tam olarak ne zaman başladığı bilinmemekle birlikte, M.Ö. 3000 yıllarında Romalıların arzu edilen kürlenmiş et özelliklerini sağlamak amacıyla kürleme ajanı olarak güherçile (potasyum nitrat) kullandıkları bildirilmiştir (Sindelar ve Milkowski, 2011). Et muhafazasında kullanılan doğal tuzda bulunan nitrat safsızlıklarının, karakteristik kürlenmiş et pigmenti ve özel lezzetten sorumlu olduğuna inanılmış ve böylece etin kürlenmesi keşfedilmiştir (Binkerd ve Kolari, 1975; Cassens

ve ark., 1978; Townsend ve Olson, 1987; Sindelar ve Milkowski, 2011). Ayrıca nitratın bakteriler tarafından, nitrite indirgendiği ve karakteristik kür renginden nitratın değil nitritin sorumlu olduğu anlaşılmıştır. Daha sonra yapılan çalışmalar ise; kürlenmiş et ürünlerinde pembe renk oluşumunun sağlanması için nitritin daha fazla indirgenerek nitrik oksit ve nitroz asidin oluşmasının gerekli olduğunu ortaya koymuştur (Binkerd ve Kolari, 1975; Townsend ve Olson, 1987; Pegg ve Shahidi, 2000). Günümüzde nitrat kullanımının oldukça azaldığı, özellikle kuru kürlenmiş jambon ve fermente sucuk gibi kuru sosis üretiminde uzun ve yavaş bir kürleme işleminin gerekli olduğu durumlarda nitrat kullanımının tercih edildiği bildirilmiştir (Sebranek ve Bacus, 2007).

Kürleme; nemin uzaklaşmasını ve su aktivitesinin düşmesini sağlayarak eti muhafaza etmenin yanı sıra ürün formlarının iyileşmesini ve yeni ürünler elde edilmesini de sağlamaktadır. Ayrıca, nitrat ve nitritin antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri sayesinde daha dayanıklı ürünler üretilebildiği rapor edilmiştir (Forrest ve ark., 1975; Sindelar ve Milkowski, 2011)

2.4. Et Ürünlerinde Nitrat ve Nitritin Kullanım Amaçları

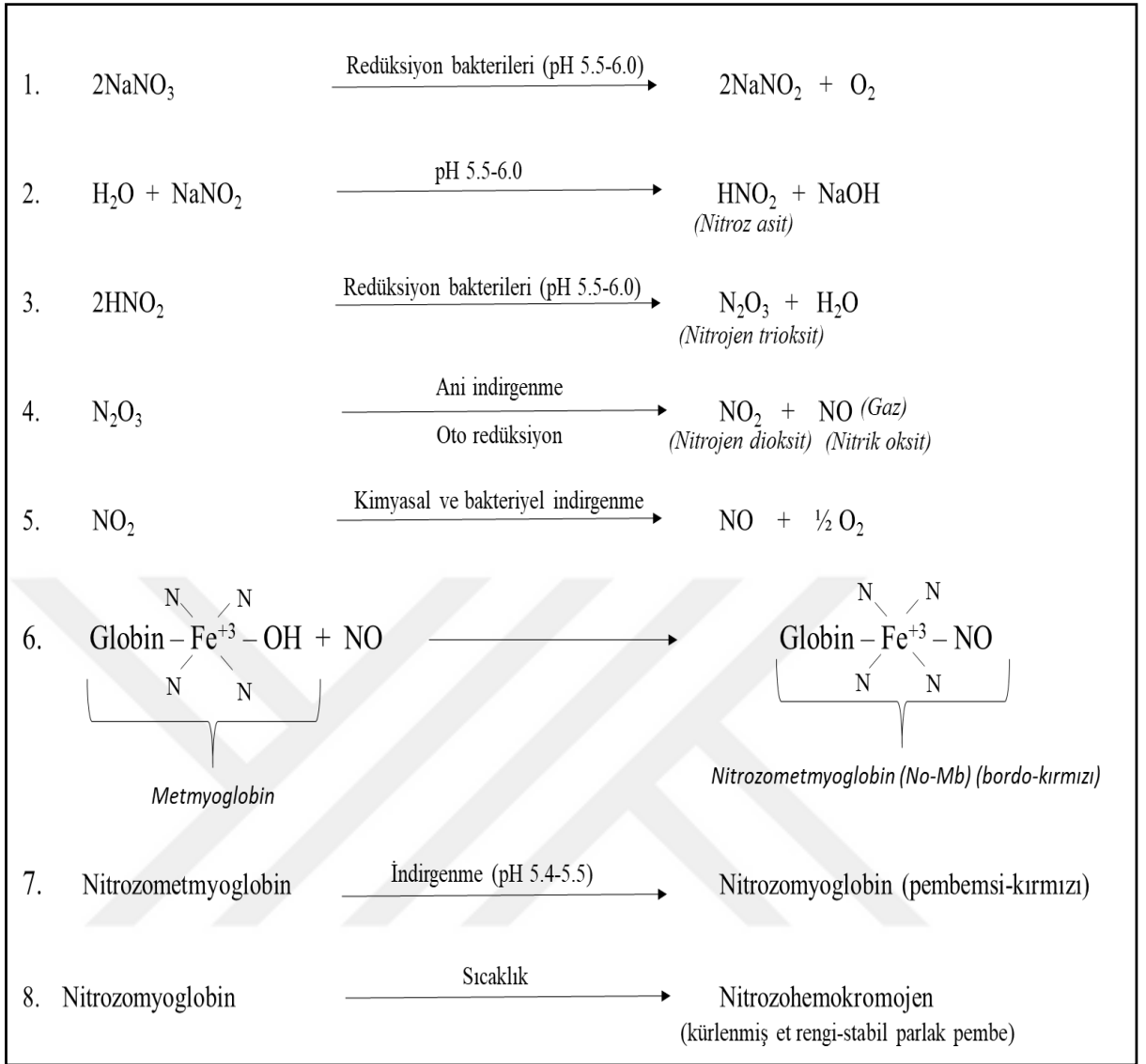
Et ürünlerinin kürlenmesinde kullanılan nitrat ve nitrit; üründe kürlenmiş renk ve lezzet oluşumu, antimikrobiyal özelliği sayesinde ürünü başta *Clostridium botulinum* olmak üzere çeşitli patojen ve saprofit mikroorganizmalara karşı koruma ve antioksidan özelliği sayesinde lipid oksidasyonunu kontrol etme gibi faydalı etkileri bir arada sunduğu için çok fonksiyonlu bir katkı maddesi olarak kabul edilmektedir (Sebranek ve Bacus, 2007). Günümüzde sağlık üzerine olumsuz etkilerinin biliniyor olması nitrat ve nitrit yerine geçebilecek alternatif ürün arayışlarına yol açmış, ancak nitrat ve nitritin tüm fonksiyonlarını yerine getirebilen tek bir madde henüz bulunamamıştır.

Organik azotun biyokimyasal oksidasyonunun son ürünü olan nitratın, pasif bir kürleme ajanı olduğu ve et ürünlerinde kullanıldığında daha aktif olan nitrite indirgenmesi gerektiği bildirilmektedir (Bories ve Bories, 1995; Mikuška ve Večeřa, 2003). Bu indirgenme işlemi etin yapısında doğal olarak bulunan veya formülasyona starter kültür olarak ilave edilen bakterilerden nitrat redüktaz enzimine sahip olanlar tarafından gerçekleştirilmektedir (Gray ve ark., 1981). Nitrit ise; nitroz asit, nitrik oksit ve nitrata dönüşebilen, oksitleyici, indirgeyici ve nitrosil bileşiklerini oluşturan bir ajan olarak işlev gören oldukça reaktif bir bileşiktir (Honikel, 2007). Kürlenmiş ette istenen özelliklerin sağlanması için nitritin indirgenmesi ile oluşan nitrik oksitin, canlı

organizmalarda çok çeşitli fizyolojik fonksiyonların yerine getirilmesinde kritik rol oynadığı bildirilmiştir (Møller ve Skibsted, 2002).

2.4.1. Renk oluşumu üzerindeki etkisi

Kürlenmiş etlerde nitrat/nitritin ilk ve en belirgin etkisinin renk gelişimi üzerinde olduğu bildirilmektedir. Kürleme işlemi sırasında nitrit, nitrik oksite (NO) indirgenirken; oksitleyici etkisi ile myoglobini de metmyoglobine yükseltir. Asidik koşullarda nitritten; nitroz asit (HNO_2), nitroz asitten de diazot trioksit (N_2O_3) ve son olarak nitrik oksit (NO) meydana gelmektedir (Pegg ve Shahidi, 2000; Alahakoon ve ark., 2015). Oluşan nitrik oksitin, metmyoglobindeki demir ile (Fe^{+3}) birleşmesiyle nitrozo-metmyoglobin (NO-metMb), myoglobindeki demir ile (Fe^{+2}) birleşmesiyle de nitrozomyoglobin (NO-Mb) oluşumunun gerçekleştiği bildirilmiştir. Kürlenmiş ürüne ısıtma işlemi uygulandığında, myoglobin denatüre olarak kürlenmiş etlerin karakteristik açık pembe renginden sorumlu nitrozohemokromojen pigmentinin oluştuğu ifade edilmektedir (Parthasarathy ve Bryan, 2012). Şekil 2.3'te; kürleme işlemi sırasında nitratın indirgenmesi ile başlayan reaksiyonlar ve sonuçta karakteristik kürlenmiş renk oluşumu gösterilmiştir (Honikel, 2008). Kürlenmiş et ürünlerinde önemli bir parametre olan kür renginin gelişebilmesi için 5 ppm ve oluşan rengin stabil kalabilmesi için 20 ppm düzeyinde nitrit kullanılması gerektiği bildirilmiştir (Sebranek ve Bacus, 2007).



Şekil 2.3. Kürleme işlemi sırasında meydana gelen reaksiyonlar ve kürlenmiş renk oluşumu (Honikel, 2008)

2.4.2. Lezzet üzerine etkisi

Kürleme işleminde kullanılan nitrat/nitritin lezzet üzerindeki fonksiyonları tam olarak açıklık kazanmamış olmakla birlikte nitratın indirgenmesi ile oluşan nitritin kimyasal reaksiyonlarından kaynaklandığı ifade edilmektedir. Bu reaksiyonlarda oluşan 2,2,4-trimetilhekzan, 1,2,4-trimetilsiklohekzan ve 1,3-dimetilbenzen gibi hidrokarbonların kürlenmiş ürünlere özgü lezzetin oluşumunda etkili olduğu düşünülmektedir (Sindelar ve Milkowski, 2011). Kürlenmiş et ürünlerinde, kürleme işlemi uygulanmayan et ürünlerinde bulunmayan hidrokarbon, keton, alkol, fenol, ester, furan, pirazin, aldehit ve diğer azotlu bileşenler, karboksilik asit, sülfür ve nitrat/nitrit gibi bileşenlerin bulunduğu ve lezzetin oluşumunda etkili oldukları bildirilmiştir

(Ramarathnam ve ark., 1993). Ayrıca nitrat/nitritin antioksidan özellik göstererek lipid oksidasyonunu geciktirdiği, böylece lezzet üzerinde olumlu etki gösterdiği de ifade edilmiştir (Alahakoon ve ark., 2015). Kürlenmiş et ürünlerinde arzu edilen karakteristik tat ve lezzetin elde edilmesi için 50 ppm nitrit kullanımının yeterli olduğu rapor edilmiştir (Sindelar ve Milkowski, 2011).

2.4.3. Antimikrobiyal etkisi

Nitratın indirgenmesi sonucunda oluşan ve gerçek kürlenme ajanı olarak kabul edilen nitritin, kürlenmiş et ürünlerinde bakteriostatik ve bakterisidal etki gösterdiği bildirilmiştir (Sebranek ve Bacus, 2007). Nitritin antimikrobiyal aktivitesinin, nitroz asit (HNO_2) bileşeninin oluşumuna bağlı olduğu ve başta *Clostridium botulinum* olmak üzere *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* ve *Clostridium perfringens* gibi patojen mikroorganizmaların ve balık kökenli bakterilerden *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Escherichia*, *Flavobacterium*, *Micrococcus* ve *Pseudomonas*'ın gelişimini kontrol altına alabildiği bildirilmiştir (Pierson ve ark., 1983; Archer, 2002; Parthasarathy ve Bryan, 2012). Bununla birlikte kürlenmiş et ürünlerinin üretiminde nitrit kullanılmasının en önemli nedeninin, *Clostridium botulinum* sporlarının gelişimini engelleyerek Botulizmi önlemesi olduğu ifade edilmiştir (Sindelar ve Milkowski, 2011). Nitritin mikroorganizmalar üzerindeki etki mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte, bakterilerin enzim sistemlerini inhibe ettiği, oksijen alımlarını sınırlandırdığı, proton değişimlerini bozduğu, demiri bağlayarak bakteriler tarafından kullanılabilirliğini sınırladığı ve canlı kalan sporelerden vejetatif hücre oluşumunu engellediği bildirilmektedir (Pierson ve ark., 1983; Archer, 2002; Tompkin, 2005; Alahakoon ve ark., 2015; Sucu, 2018). Sebranek ve Bacus (2007), et ürünlerinde *Clostridium botulinum*'un gelişiminin engellenmesi için 50 ppm nitrit kullanımının yeterli olduğunu ifade ederken, Öztan (2013); 150 mg/kg düzeyinde nitrit kullanıldığında Botulizmin tamamen kontrol altına alınabileceğini bildirmiştir.

2.4.4. Oksidasyon üzerine etkisi

Kürlenmiş ürünlerde nitritin oksidasyon üzerinde etkili olmasının, birkaç farklı mekanizma ile sağlandığı bildirilmektedir. Nitritin doymamış yağ asitlerinin stabilizasyonunu sağlayarak ve membran lipidlerine etki ederek oksidasyonu sınırlandırdığı bildirilmiştir (Igene ve ark., 1985; Pegg ve Shahidi, 2008). Nitritin indirgenmesi sonucu oluşan ve reaktif bir bileşik olan NO, ette bulunan hem demiri,

oksijeni ve diğer maddeleri bağlayarak oksidasyonun oluşumunu engeller. Ayrıca NO'in, pişirme sonucu oluşan serbest demiri azalttığı ve böylece serbest demirin prooksidan aktivite göstermesini engellediği rapor edilmiştir (Ford ve Lorkovic, 2002; Parthasarathy ve Bryan, 2012; Alahakoon ve ark., 2015). Kirlenmiş et ürünlerinde nitritin antioksidan etki gösterebilmesi için 40 ppm düzeyinde kullanılmasının yeterli olacağı bildirilmiştir (Al-Shuibi ve Al-Abdullah, 2002).

2.4.5. Sağlık üzerine etkisi

1980'lerde, argininden endojen olarak sentezlenen veya nitritin indirgenmesi ile üretilen nitrik oksitin çok sayıda fizyolojik proseste önemli görevler üstlendiği keşfedilmiş ve böylece diyet ile alınan nitrat ve nitritin insan vücudunda faydalı etkilerinin olduğu düşünülmeye başlanmıştır (Cassens, 1990; Bedale ve ark., 2016). Diyetle alınan nitrat ve nitritin kan basıncı (Coles ve Clifton, 2012; Liu ve ark., 2013; Hobbs ve ark., 2014; Hughes ve ark., 2016; Jonvik ve ark., 2016), endotel fonksiyon (Bondonno ve ark., 2012; Bakker ve ark., 2015; Kapil ve ark., 2015; Rodriguez-Mateos ve ark., 2015; Velmurugan ve ark., 2016), arteriyel sertlik (Bahra ve ark., 2012; Rammos ve ark., 2014; Kapil ve ark., 2015; Hughes ve ark., 2016; Velmurugan ve ark., 2016), iskemi reperfüzyon hasarı (Webb ve ark., 2008; Kapil ve ark., 2010) ve kan akışı (Presley ve ark., 2011; Keen ve ark., 2015; Fuchs ve ark., 2016) gibi kalp-damar sağlığının önemli belirteçleri üzerinde etkilerinin olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda nitrik oksitin ayrıca hücrel sinyal molekülü, nörotransmitter ve vazodilatör gibi önemli fizyolojik görevlere sahip olduğu belirlenmiştir (Halcox ve ark., 2002; Bugiardini ve ark., 2004; Lerman ve Zeiher, 2005; Oostindjer ve ark., 2014).

Vücutta faydalı etkileri bulunmasına rağmen nitrat ve nitrit, fazla miktarlarda alındığında insan sağlığı üzerinde risk oluşturabilmektedir. Nitrat iyonları doğrudan toksik etki göstermemesine rağmen nitrat redüktaz enzim aktivitesine sahip mikroorganizmalar tarafından indirgendiğinde zararlı nitrit iyonlarının oluştuğu bildirilmiştir (Bories ve Bories, 1995). Nitratın indirgenmesinin ağızda başladığı ve mide, bağırsak, böbrek ve kanda devam ettiği belirtilmiştir (Roberts ve Dainty, 1991; Üren ve ark., 2007). Kanda bulunan nitritin hemoglobin ile etkileşimi sonucu methemoglobin oluşur. Hemoglobinin yapısında bulunan Fe^{+2} iyonu nitrit tarafından yükseltgenerek Fe^{+3} 'e dönüştürülür. Bu durumun kanda bulunan hemoglobinin oksijen taşıma kapasitesini azalttığı veya tamamen önlediği belirtilmiştir. "Methaemoglobinaemia" olarak adlandırılan bu durum; yetişkinlerden ziyade küçük

çocuklar için tehlikeli olup “mavi bebek sendromu” olarak adlandırılan hastalığa yol açmaktadır (Cemek ve ark., 2007).

Nitritin sağlık üzerinde en önemli olumsuz etkisi, sekonder aminlerle birleşerek kanserojenik, mutajenik ve teratojenik olduğu belirlenen nitrozaminleri oluşturmalarıdır (Roberts ve Dainty, 1991). Bu durum; nitratın ağızda, nitrite indirgenmesinden sonra yutularak mideye gelmesi sebebiyle çoğunlukla mide ve yemek borusu kanseri ile ilişkilendirilmiştir (Hamilton ve Meltzer, 2006). Nitritin protein, karbonhidrat, lipid, katkı maddeleri, tütsü bileşenleri ve insan sindirim sistemi organları ile pek çok reaksiyon gerçekleştirdiği bildirilmiştir (Özdestan ve Üren, 2010). Bu nedenle nitrozaminler, vücutta oluşabildiği gibi nitrat/nitrit kullanılarak üretilen ürünlerde de oluşabilmektedir. Nitrozamin oluşumu üzerinde kullanılan nitrat/nitrit seviyesi, etin yağ içeriği, formülasyonda kullanılan diğer maddeler, kullanılan etin kalitesi, üretim, olgunlaştırma, ambalajlama ve depolama şartları gibi pek çok faktörün etkili olduğu bildirilmiştir (Herrmann ve ark., 2015). Protein ve aminoasitlerin nitrit ile reaksiyona giren ana bileşenler olduğu ve ürün formülasyonlarında kullanılan tiyosiyanatın, nitrozamin oluşumunu artırırken, askorbik asidin ise engellediği belirlenmiştir (Özdestan ve Üren, 2010).

Nitrat/nitritin gıdalarda kontrolsüz kullanımı veya yanlışlıkla alımı gibi durumlarda; 8-15 g nitratın yetişkin bireylerde şiddetli gastroenterit, karın ağrısı, idrar ve gaitada kan ve halsizliğe neden olacağı bildirilmiştir (Özdestan ve Üren, 2010).

2.5. Et Ürünlerinde Nitrat ve Nitrit Kullanımı ile İlgili Yasal Düzenlemeler

Nitrat ve nitrit, bazı ürünlerde kürlenmiş renk ve lezzet oluşumunun sağlanması, antioksidan ve antimikrobiyal etki göstermesi gibi birçok işlevi bir arada yerine getiren bir katkı maddesi olması bakımından oldukça önemlidir. Ancak faydalı etkilerinin yanı sıra insan sağlığı üzerine olumsuz etkilerinin de olması, bu katkı maddelerinin kullanımında hassasiyet gösterilmesini gerektirmektedir. Diğer katkı maddeleri gibi nitrat ve nitrit de; izin verilen üründe, izin verilen miktarlarda kullanıldığında sağlığı tehdit edecek bir tehlike oluşturmamaktadır. Bu nedenle, nitrat ve nitrit kullanımı ile ilgili olarak gıda üretiminde, ürün ve üretilen ülkelere göre değişmekle birlikte bazı sınırlamalar getirilmiştir.

Amerika Birleşik Devletleri’nde; kullanılacak nitrat ve nitrit miktarları ürüne ve kürlenme şekline göre değişmekte olup, daldırarak veya tumbler uygulanarak kürlenme yapıldığında 200 mg/kg sodyum nitrit veya 700 mg/kg sodyum nitrat; kıyma haline

getirilmiş ürünlerde 156 mg/kg sodyum nitrit veya 1718 mg/kg sodyum nitrat; kuru küring uygulanan ürünlerde ise; 625 mg/kg sodyum nitrit veya 2187 mg/kg sodyum nitrat kullanımına izin verildiği bildirilmiştir (Anonim, 1995).

Avrupa Komisyonu Yönetmeliği'ne göre (2014/601/EC); et ürünlerinde nitrat ve nitrit kullanım dozları, ürüne uygulanan ısıtma işlemine bağlı olup ısıtma işlemi uygulanmadığında 150 ppm nitrat veya nitrit; ısıtma işlemi uygulandığında ise sadece 150 ppm nitrit kullanımına müsaade edilmiştir. Pişirilmiş et ürünlerinde ise; maksimum 100 ppm nitrit kullanımına izin verilmiştir. Geleneksel yöntemle küklenmiş ürünlerde ise; 10-300 ppm aralığında kalıntı nitrat veya 50-180 ppm aralığında kalıntı nitritin kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2014).

Ülkemizde et ürünlerine ilave edilebilecek maksimum nitrat ve nitrit miktarları Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nce (2013/28693) belirlenmiş olup, ısıtma işlemi uygulanmamış işlenmiş etlerde maksimum 150 mg/kg nitrit; fermente sucuk ve pastırma dışındaki ısıtma işlemi uygulanmamış etlerde maksimum 150 mg/kg nitrat, pişirilmiş et ürünlerinde maksimum 100 mg/kg nitrit, pişirilmiş et ürünleri hariç ısıtma işlemi uygulanmış etlerde maksimum 150 mg/kg nitrit kullanımına izin verilmektedir (Anonim, 2013).

2.6. Et Ürünlerinde Nitrat/Nitrit Kullanımını Azaltmaya Yönelik Çalışmalar

Et ve et ürünlerinde kimyasal kökenli nitrat/nitrit birçok fonksiyonu aynı anda sağladığı için, bu katkı maddelerinin miktarının azaltılması oldukça güçtür. Çünkü nitrat/nitrit alternatifi olarak kullanılan yöntem ve/veya maddelerin, üründe tüketici tarafından arzu edilen lezzet ve renk oluşumunu sağlaması, antioksidan ve antimikrobiyal etki göstererek ürünü raf ömrü boyunca oksidatif ve mikrobiyal bozulmalara karşı koruması gerekmektedir. Bu nedenle nitrat/nitrit kullanımını azaltmaya yönelik çalışmalarda; çoğunlukla, güncel teknolojik uygulamalar, nitrat kaynağı olan bitkiler, antimikrobiyal özellikteki organik asitler, antibakteriyel özellik gösteren bakteriyosinler ve nitrozomyoglobin oluşumunu sağlayan mikrobiyal ürünler kullanılarak istenilen özellikler sağlanmaya çalışılmıştır.

2.6.1. Mikroorganizmalar ve ürünleri kullanılarak yapılan çalışmalar

Bazı mikroorganizmalar ve/veya metabolitleri; patojen veya bozucu mikroorganizmaların faaliyetlerini engelledikleri veya sınırladıkları için gıda muhafazasında yaygın olarak kullanılmaktadırlar.

Pek çok laktik asit bakterisi tarafından üretilen bakteriyosinlerin de, bu amaçla kullanım alanı bulunduğu bildirilmiştir. Bakteri ribozomlarında üretilen bakteriyosinler, yakın ilişkili olduğu diğer bakterilerin canlılığını sona erdiren veya büyümesini engelleyen antibakteriyel proteinler olarak tanımlanmaktadır (Rodriguez ve ark., 2003; Hampikyan, 2006)

Li ve ark. (2013); Çin kuru sosisinden izole edilen *Staphylococcus xylosus* ve *Pediococcus pentosaceus*'u, metmyoglobini nitrozomyoglobine çevirmek amacıyla, nitrit içermeyen çiğ domuz eti karışımlarına ve Mann-Rogosa-Sharp et suyu model sistemlerine inoküle etmişlerdir. Çalışma sonucunda *S. xylosus* içeren model sistemdeki örneklerin, kontrol grubu örneklerden veya *P. pentosaceus* inoküle edilen örneklerden önemli derecede yüksek a^* renk değerlerine ve pembe renge sahip olduğu görülmüştür. Çiğ et karışımlarında ise; *S. xylosus* içeren örneklerin a^* renk değerlerinin nitrit ilave edilen örneklerle benzer olduğu bildirilmiştir.

Demirkol (2019); farklı oranlarda nitrit ve nisin ilave ettiği sucuk hamurlarına, et ve et ürünlerinde gelişebilen ve önemli sorunlara neden olan gıda patojenlerinden *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes* inoküle etmiş ve sucuktaki gelişimlerini takip etmiştir. 7. günün sonunda nisinin en çok *Staphylococcus aureus*, en az *Salmonella spp.* üzerinde inhibe edici etkiye sahip olduğunu belirlemiştir. Sucuk üretiminde nitrit yerine, nisin kullanımının genel olarak *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes* üzerinde inhibe edici etki gösterdiği ve nisinin, Gram (+) bakteriler için kullanılabileceği, Gram (-) bakteriler için ise nitrit ile birlikte kullanımının uygun olacağını bildirmiştir.

Et ve et ürünlerinde nitrit kullanımına alternatif yöntemlerin araştırıldığı bir başka çalışmada; kuru fermente sosis üretiminde *Debaryomyces hansenii*'nin aroma oluşumundaki etkisi incelenmiştir. Çalışmada kontrol grubu, nitrat/nitrit miktarı azaltılmış grup ve *Debaryomyces hansenii* içeren nitrat/nitrit miktarı azaltılmış grup olmak üzere 3 farklı sucuk formülasyonu kullanılmıştır. Nitrit/nitrat miktarının azaltılmasının lipid oksidasyonunu azalttığı ve çeşitli uçucu bileşiklerin oluşumunu sağladığı belirlenmiştir. Maya inokülasyonun ise; lipid oksidasyonunu sınırladığı, nitrit oksidasyonunu önlediği ve etil ester ve 3-metilbütanal gibi bileşiklerin oluşumuna katkı sağlayarak sosilerin aroma profilini olumlu etkilediği rapor edilmiştir (Perea-Sanz ve ark., 2020).

Mekanik olarak ayrılmış kanatlı etlerinin kürlenmesi amacıyla, azaltılan nitrit/nitrat miktarı, bazı laktik asit bakteri suşları (*Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus brevis* suşları) kullanılarak ikame edilmiştir. Çalışma sonucunda, mekanik olarak ayrılmış kanatlı etlerinin teknolojik özellikleri üzerinde laktik asit bakteri suşlarının olumsuz bir etkiye sahip olmadığı, *L. brevis* KL5 suşunun nitrozil pigment oluşumuna olumlu etki yaptığı ve *L. plantarum* SCH1 suşunun ise *E. coli* üzerinde inhibitör etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Łaszkiewicz ve ark., 2020).

Zhu ve ark. (2020), Çin fermente sosisi üretiminde nitrit ikamesi olarak *Lactobacillus plantarum* kullandıkları çalışmalarında; bakterinin sahip olduğu nitrit ve nitrat redüktaz aktiviteleri sayesinde ürettiği nitrik oksitin myoglobin ile reaksiyona girerek nitrozomyoglobini oluşturduğu ve böylece sosiste pembe renk oluşumunu sağladığı sonucuna varmışlardır. Ayrıca, bakterinin sosislerin myofibriller ağında bulunan suyun tutulmasını güçlendirdiği, tiramin miktarını azaltarak biyojenik amin oluşum riskini düşürdüğünü bildirmişlerdir.

2.6.2. Yenilikçi teknolojiler kullanılarak yapılan çalışmalar

Tüketicilerin daha sağlıklı, güvenli ve yüksek kaliteli gıda taleplerini karşılayabilmek için gıda üreticileri ve araştırmacıları, gıdada olumsuz sonuçlara yol açabilen katkı maddesi ve üretim yöntemleri kullanımını azaltmak amacıyla yeni üretim teknolojileri üzerine de araştırmalar yapmaktadırlar.

Yüksek basınç uygulaması (400 MPa) ve enterosin (2560 AU/g) ilavesinin jambonlarda *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella enteritidis* gelişimini inhibe ettiğini, ürünün raf ömrünü artırarak depolama süresince duyu özelliklerini geliştirdiğini bildirmişlerdir (Liu ve ark., 2012).

Yüksek basınç uygulamasının yapıldığı bir başka çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Yüksek basınç uygulamasının (350 MPa), sodyum nitrit (50-100 mg/kg) veya sodyum klorür (% 1.5-3) ile kombinasyonunun, domuz etlerindeki *Enterobacteriaceae* türleri, laktik asit bakterileri ve aerobik mezofilikler üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir (Duranton ve ark., 2012).

Konserve edilmiş jambon üretiminde kürlenme amacıyla atmosferik basınç plazma adı verilen yöntem uygulanmıştır. Plazma; elektrik boşalması ile oluşturulmuş, serbest radikaller, iyonlar, elektronlar ve diğer partiküllerden oluşan iyonize bir gazdır. 30 dakika boyunca atmosferik basınç plazma yönteminin uygulanmasının, sodyum nitrit veya 42 mg/kg düzeyinde nitrit içeren kereviz tozu ile kıyaslandığında örneklerin

nitrozil hemokrom, renk, kalıntı nitrit, tekstür, lipid ve protein oksidasyonu gibi fizikokimyasal özelliklerde farklılıklar oluşturmadığı, tat ve genel kabul edilebilirlik açısından daha yüksek puanlar aldığı bildirilmiştir (Lee ve ark., 2018).

Inguglia ve ark. (2020), kurutulmuş etlerin kürlenmesi için nitrit kaynağı olarak plazma ile aktifleştirilmiş tuzlu su kullandıkları çalışmada; standart kütleme ile karşılaştırılan örneklerin tekstür özellikleri ve lipid oksidasyonu seviyelerinde istatistiki olarak önemli bir fark olmadığını, ancak a^* renk değerinin önemli seviyede yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, plazma ile aktifleştirilmiş tuzlu su ile kürlenmiş kurutulmuş etlerde, *L. innocua* sayısında 0.85 log kob/g'lık bir azalma olduğu da bildirilmiştir. Çalışma sonucunda plazma kütleme işleminin, et ürünleri için uygun bir nitrit kaynağı olduğu sonucuna varılmıştır.

Pişmiş jambonların teknolojik ve duyuşal özellikleri ve *Clostridium sporogenes* sporları üzerinde gama ışınlaması (0, 1.5, 3, 4.5, 6 kGy) ve sodyum nitrit (0, 50 and 150 mg/kg) kullanımının etkileri araştırılmıştır. Sonuçta; radyasyon dozu arttıkça canlı kalan spor sayısının azaldığı, ancak kalıntı nitrit miktarının ve pH değerinin ise radyasyondan etkilenmediği belirlenmiştir. Pişmiş jambon üretiminde 50 mg/kg nitrit ve 3 kGy ışınlama işlemi uygulanmasının, duyuşal özellikleri geliştirdiği ve mikrobiyal güvenliği sağladığı bildirilmiştir (Silva ve ark., 2020).

2.6.3. Organik asitler kullanılarak yapılan çalışmalar

Organik asitler, fermantasyon sonucu üretilen başlıca ürünlerdir. Organik asitlerin üretilmesi ile artan asitlik sonucunda ortamın pH değeri düşer ve böylece son üründe patojen ve bozulma yapan mikroorganizmaların gelişiminin önlendiği, arzu edilmeyen proteolitik reaksiyonların kısıtlandığı ve ürünün tipik organoleptik karakterinin oluşturulduğu bildirilmiştir (Erginkaya, 1993; Kurt, 2009). Gıdaların üretiminde asit ve türevlerinin, karakteristik tat ve aromayı oluşturmak, üretimde ve son üründe pH değerini kontrol ederek tampon görevi yapmak, mikroorganizmalara karşı koruyucu etki göstermek, üründe meydana gelebilecek esmerleşme ve oksidasyon reaksiyonlarını engellemek amacıyla kullanılabilirdiği bildirilmiştir (Öziş, 2014).

Dana köftesi üretiminde % 2, 4 ve 6 oranında sodyum laktat kullanımının örneklerin çeşitli özelliklerine etkisi araştırılmış ve çalışma sonunda sodyum laktat kullanımının dana köftelerinde renk gelişimine ve kalıntı nitrit miktarının azalmasına katkı sağladığı bildirilmiştir (McClure ve ark., 2011). Sodyum laktat ilavesinin

denendiği bir başka çalışmada ise; % 2.5 sodyum laktat kullanıldığında kuzu etinin renk stabilitesinde olumlu etki gösterdiği rapor edilmiştir (Ramanathan ve ark., 2011).

Farklı seviyelerde sodyum askorbat (500, 750 ve 1000 mg/kg) ilave edilen karaciğer ezmelerinde kullanılacak sodyum nitrit miktarı 120 mg/kg'dan 80 mg/kg'a düşürüldüğünde, renk stabilitesi ve TBA içeriklerinde olumsuz bir etkinin meydana gelmediği bildirilmiştir (Vossen ve ark., 2012).

Domuz sosisi üretiminde sodyum nitrit kullanımının azaltılması amacıyla potasyum sorbat ve sodyum laktat ilavesinin uygulandığı bir çalışmada, potasyum sorbatın *Staphylococcus aureus* üzerindeki etkisinin zayıf olduğu, ancak 24 g/kg ve daha fazla sodyum laktat kullanıldığında *Staphylococcus aureus*'un önemli derecede inhibe edildiği bildirilmiştir (Lin ve ark., 2018)

Et ürünlerinde nitrit alternatifi metotların denendiği bir başka çalışmada; nitrit kaynağı olarak sodyum nitrit veya fermente kereviz suyu tozu kullanımı, nitrit miktarını azaltmak amacıyla sodyum erithorbat/vişne tozundan elde edilen askorbik asit kullanımı ve pişirmeden önce bekletilme zamanının uzatılması gibi yöntemler denenmiştir. Sonuçta; nitrit miktarını azaltmak amacıyla sodyum erithorbat /askorbik asit kullanımının, kürlenmiş pigment miktarını ve kırmızılık renk değerini artırdığı, kalıntı nitrit miktarını ve sarılık renk değerini azalttığı bildirilmiştir (Posthuma ve ark., 2018).

Askorbik asit, malik asit, sitrik asit ve tartarik asit ile muamelenin et kürlenmede kullanım olanakları araştırılmıştır (Kim ve ark., 2019). Sitrik asit kullanımının lipid oksidasyonu üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu, malik asit ve tartarik asit kullanımının ise protein parçalanmasını artırdığı belirlenmiştir. Sonuçta; organik asit kullanımının, kalıntı nitrit miktarını azalttığı ve kürlenmiş etlerin üretiminde çeşitli kalite özelliklerinin sağlanması için en uygun organik asidin askorbik asit olduğu bildirilmiştir. Benzer şekilde; Choi ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada da askorbik asit kullanımının, et emülsiyonlarında kalıntı nitrit miktarını azalttığı bildirilmiştir.

2.6.4. Çeşitli bitkiler kullanılarak yapılan çalışmalar

Pancar, maydanoz, dereotu, kereviz, pazı, marul, turp ve ıspanak başta olmak üzere nitrat içeriği yüksek olan sebzelerin kürlenme ajanı olarak et ürünlerinde kullanım olanaklarına sahip oldukları bildirilmiştir (Erkmen ve ark., 1990; Santamaria, 2006; Özdestan ve Üren, 2010). Yapılan çalışmalarda nitrat kaynağı olarak bitkisel

kaynakların kullanılması ile ürün formülasyonlarındaki nitrat/nitrit kısmen veya tamamen ikame edilebilmektedir.

Xu ve ark. (2013); Çin sosisi üretiminde farklı seviyelerde nitrit (50 mg/kg, 100 mg/kg ve 150 mg/kg) ve farklı oranlarda domates tozu (% 0, % 2 ve % 4) kullanmışlardır. Domates tozunun % 2 seviyesinde ilavesinin, nitritin parçalanmasını artırdığı ve oksidasyonu yavaşlattığı bildirilmiştir.

Jin ve ark. (2014); % 0.5 ve % 1.0 düzeyinde kurutulmuş pancar tozunu sodyum nitrit içeren veya içermeyen domuz sosisi üretiminde kullanmışlardır. Son ürünlerin kırmızılık değerlerinin, pancar tozu ilavesinden sonra istatistiksel olarak arttığı, bununla birlikte aroma, gevreklik ve genel kabul edilebilirlik gibi duysal özelliklerin ise etkilenmediği belirtilmiştir. Sonuç olarak; kuru pancar tozunun doğal renk maddesi olarak emülsifiye ürünlerde kullanılabileceği, ancak antioksidan olarak et ürünlerinde kullanılabilmesi için betalain konsantrasyonu gibi ilave işlemlere ihtiyaç olduğu bildirilmiştir.

Horsch ve ark. (2014); jambon üretiminde nitrit kaynağı olarak kereviz suyu kullandıklarında, *L. monocytogenes* gelişimi üzerinde sodyum nitrit kullanılan örnekler ile benzer etkiler görüldüğünü belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda; kereviz suyu konsantresinin 100 mg/kg gibi düşük nitrit konsantrasyonlarında, bazı işlenmiş et ürünlerinde antimikrobiyal etki için uygun olduğu bildirilmiştir.

Yıldız Turp ve ark. (2016); % 0.0, % 2.0 , % 4.0 ve % 6.0 seviyelerinde kırmızı pancar tozu kullanarak sosis üretimi yaptıkları çalışmalarında, pancar tozu katkısının sahip olduğu yoğun kırmızımsı renk nedeniyle, sosis örneklerinin dış kesit ve iç kesit renk değerlerini (L^* , a^* , b^*) önemli düzeyde etkilediğini ve sosis formülasyonunda artan oranda pancar tozu kullanımının, örneklerin L^* renk değerlerinde azalma, a^* renk değerlerinde ise artmaya neden olduğunu bildirmiştir. Araştırmacılar, sosis formülasyonunda kırmızı pancar tozu kullanılan örneklerin depolama süresince oksidasyon gelişiminin, kontrol örneğine göre daha yavaş ilerlediğini, kırmızı pancar tozunun antioksidan özellik gösterdiğini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda pancar tozunun doğal bir renk maddesi ve antioksidan olarak, % 4.0 seviyesine kadar sosis üretiminde kullanımının mümkün olduğu bildirilmiştir.

Fermente kırmızı pancar ekstraktı ve askorbik asit kullanımının et emülsiyonlarında renk gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir (Choi ve ark., 2017). Fermente kırmızı pancar ekstraktı ve askorbik asit kullanımının, et emülsiyonlarının kırmızılık değerinin, kontrol grubuna göre daha yüksek çıkmasına neden olduğunu

bildirmişlerdir. Ayrıca et emülsiyonlarının kalıntı nitrit içeriğinin, askorbik asit kullanımı ile azaldığı, bu nedenle fermente kırmızı pancar ekstraktı ve askorbik asit kombinasyonunun et emülsiyonlarının renk gelişimi ve stabilitesi için sentetik nitrit kullanımına alternatif olabileceği sonucuna varmışlardır.

Hwang ve ark. (2017); düşük tuz içeriğine sahip Frankfurterlerin 4 hafta depolama süresince raf ömürleri üzerine fermente kırmızı pancarın etkisini araştırmışlardır. Artan miktarlarda fermente kırmızı pancar kullanımının örneklerde pH, toplam volatil baz azotu, parlaklık ve sarılık değerlerini azalttığı, kırmızılık değerini ise arttırdığını bildirmişlerdir. Sonuçta, düşük tuz içeriğine sahip Frankfurterlerin, buzdolabı şartlarında depolanması süresince raf ömrünü uzatmak ve kalite özelliklerini sürdürmek amacıyla fermente kırmızı pancarın kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Jin ve ark. (2018), % 0.80 kereviz tozu, % 0.60 meyve ekstrakt tozu, % 0.45 patates tozu, % 0.50 meyve-sebze ekstraktı tozu, % 0.04 kırmızı gardenya, % 0.07 kırmızı biber ve yaban mersini tozu kullanarak sosis üretimi gerçekleştirmişlerdir. Yapılan analizler sonucunda en fazla kalıntı nitrit miktarının sodyum nitrit ile kürlenmiş kontrol grubu örneklerde belirlendiğini bildirmişlerdir.

Fermente sucuk üretiminde kullanılan sentetik nitrit miktarını azaltmak amacıyla pancar tozu ve üzüm çekirdeği tozu kullanılmıştır (Yamaner, 2018). Sodyum nitrit (0-150 ppm), pancar tozu (% 0-0.5) ve üzüm çekirdeği tozu (% 0-1) kombinasyonları kullanılarak hazırlanan fermente sucuklar, 30 gün süreyle olgunlaştırılmıştır. Sonuçta; pancar tozunun; pH, TBA, a^* (kabuk), NH_4^+ , NO_3^- ve randıman üzerine, üzüm çekirdeği tozunun ise peroksit sayısı, a^* (iç), a^* (kabuk), NO_3^- , SO_4^- , NH_4^+ ve randıman üzerine önemli etkilerinin olduğu bildirilmiştir.

Çiğ ve pişmiş domuz sosisi üretiminde nitrit kaynağı olarak fermente edilmiş ıspanak, marul, kereviz ve kırmızı pancarın kullanım olanakları araştırılmıştır (Hwang ve ark., 2018). Nitrit içeren kontrol grubu ile kıyaslandığında, alternatif kürlenme işlemi uygulanan örneklerin parlaklık değerinin düşük ve/veya benzer, kırmızılık değerinin düşük ve sarılık değerinin ise yüksek olduğu bildirilmiştir. Fermente ıspanak ekstraktının renk gelişiminin sürdürülmesinde ve pişmiş örneklerde, lipid ve protein oksidasyonunun önlenmesinde daha faydalı olduğu rapor edilmiştir.

Özdemir (2018), fermente sucuk üretiminde nitrit ikamesi olarak kereviz ve kuşburnu tozu kullandığı çalışmada; sodyum nitrit (0-150 ppm), kereviz tozu (% 0-2) ve kuşburnu tozu (% 0-2) kombinasyonları kullanarak elde ettiği sucukları 30 gün süreyle olgunlaştırmıştır. Çalışma sonucunda; sodyum nitrit kullanımını azaltmak

amacıyla ilave edilen kereviz tozunun; pH, peroksit sayısı, TBA, L^* (iç), NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} miktarları ve randıman üzerindeki, kuşburnu tozunun ise pH, L^* (iç), b^* (iç), a^* (kabuk) değerleri üzerindeki etkilerinin önemli düzeyde olduğu rapor edilmiştir.

Yüzlü (2018), geleneksel fermente sucuk üretiminde ıspanak ve maydanoz tozlarının kullanım olanaklarını araştırdığı çalışmasında elde ettiği sucukları, 30 gün süreyle olgunlaştırmıştır. Yapılan analizler sonucunda, ıspanak tozunun peroksit, L^* (iç), a^* (iç), a^* (kabuk), b^* (kabuk), NH_4^+ değerleri, maydanoz tozunun ise peroksit, TBA, L^* (kabuk), b^* (kabuk), NH_4^+ ve NO_3^- değerleri üzerine önemli etkilerinin olduğunu bildirmiştir.

Sucu ve Turp (2018); fermente sucuk üretiminde nitrit yerine pancar tozu kullanımını araştırmışlardır. Sonuçta, artan miktarlarda pancar tozu kullanımının, 84 günlük depolama süresince ürünü iyi bir şekilde koruduğunu ve kırmızılık değerini (a^*) artırdığını belirlemişlerdir. Ancak yüksek miktarlarda pancar tozu içeren ve nitrit içermeyen veya az miktarda nitrit içeren örneklerde oksidasyonun yüksek düzeyde olduğunu da bildirmişlerdir.

Beşir (2019); nitrit ikamesi olarak havuç tozu ve kiraz sapı tozu kullanarak ürettiği sucuk örneklerini, 30 gün süreyle olgunlaştırmış ve olgunlaştırma sürecinin ardından yapılan analizlerde havuç tozunun nem, peroksit, a^* (iç), b^* (iç), a^* (kabuk), L^* (kabuk), b^* (kabuk), NO_3^- değerleri üzerine ve kiraz sapı tozunun ise pH, nem, peroksit, L^* (iç), a^* (iç), b^* (iç), a^* (kabuk), b^* (kabuk), L^* (kabuk) değerleri üzerine önemli etkilerinin olduğunu bildirmiştir.

Farklı seviyelerde sodyum nitrit (0-150 ppm), pırasa tozu (% 0-1.0) ve domates tozu (% 0-5.0) kullanarak geleneksel fermente sucuk üretimi yapılmıştır (Erten, 2019). Elde edilen sucuklar, 30 günlük olgunlaştırma sürecinin sonunda çeşitli fiziksel, kimyasal ve teknolojik özellikler açısından analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, pırasa tozunun nem, peroksit, b^* (iç), b^* (kabuk) ve NO_3^- değerleri, domates tozunun ise TBA, L^* (iç), b^* (iç), b^* (kabuk) ve NO_3^- değerleri üzerinde etkili olduğu rapor edilmiştir.

Topal (2019), sucuk üretiminde alternatif kürleme ajanı olarak brokoli tozu ve yeşil biber tozu kullanmıştır. Brokoli tozunun; a^* (iç) değerleri üzerinde önemli; TBA, a^* (kabuk), NO_3^- değerleri üzerinde ise çok önemli etkilerinin olduğunu bildirmiştir. Yeşil biber tozunun; peroksit değeri üzerinde önemli; b^* (kabuk) değerleri üzerine ise çok önemli etkilerinin olduğunu bildirmiştir.

Babaoğlu (2020), fermente Türk sucuğu üretiminde nitrat/nitrit alternatifi olarak dereotu, ıspanak, maydanoz ve pazı tozlarının kullanım olanaklarını belirlemiştir. Çalışmasında elde ettiği sucukları; 90 gün boyunca modifiye atmosfer ambalaj içerisinde depolamıştır. Yürütülen analizler sonucunda; ıspanak tozu ile kürlenmiş örneklerde üretim sürecinin 5. gününden, pazı tozu ile kürlenmiş örneklerde ise üretim sürecinin; 7. gününden itibaren nitratın tamamen parçalandığı, sebze tozları ile yapılan doğal kürlenmenin; örneklerin adhesivlik değerlerini azalttığı ve çiğnenebilirlik özelliklerini iyileştirdiğini bildirmiştir.

İtalyan kuru fermente sosis üretiminde kürlenme ajanı olarak sodyum nitrat, kereviz, ıspanak ve pancar tozundan oluşan kombinasyon kullanılmıştır. 60 günlük depolama periyodunun sonunda örnekler arasında kalıntı nitrit içeriği bakımından önemli bir farklılık olmadığı ve örneklerde patojen bakteri gelişiminin gözlenmediği bildirilmiştir. Duyusal analizler sonucunda, kereviz tozu içeren örneklerin, sodyum nitrat içeren örneklerle kıyaslanabilir puanlar aldığı rapor edilmiştir (Pennisi ve ark., 2020).

Jeong ve ark. (2020b), kürlenmiş domuz ürünlerinde sodyum nitrit yerine Çin lahanası, turp ve ıspanak tozu kullandıkları çalışmada; alternatif kürlenmiş et ürünleri üretiminde turp tozu kullanımının diğer sebze tozları ile kıyaslandığında en uygun sodyum nitrit ikamesi olduğunu bildirmişlerdir.

Pişmiş domuz eti ürünlerinde doğal sodyum nitrit ve sodyum askorbat kaynağı olarak; Beyaz Kimchi ve Acerola suyu tozu kullanılmıştır. Analizler sonucunda doğal kaynaklarla kürlenmiş örneklerin, 100 ppm sodyum nitrit ve 500 ppm sodyum askorbat içeren kontrol grubu örneklerle karşılaştırıldığında daha düşük kalıntı nitrit, daha yüksek nitrosilhemokrom ve kür verimine sahip olduğu bildirilmiştir (Choi ve ark., 2020).

Jeong ve ark. (2020a), kürlenmiş domuz ürünlerinde alternatif kürlenme ajanı olarak Çin lahanası tozu kullandıkları çalışmalarında, farklı seviyelerde (% 0.15, % 0.25 ve % 0.35) Çin lahanası içeren örnekleri, 100 ppm sodyum nitrit veya % 0.4 seviyesinde kereviz suyu tozu içeren örneklerle karşılaştırmışlardır. Kontrol grubu ile kıyaslandığında; alternatif olarak kürlenmiş tüm örneklerin daha yüksek nitrozilhemokrom, toplam pigment ve kür verimi değerine sahip olduğu ve kırmızılık değerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapılan analizlerde, sebze tozları içeren örneklerin hepsinde daha düşük miktarlarda kalıntı nitrit bulunduğu görülmüştür. Çalışma sonucunda; % 0.25 ve % 0.35 seviyesinde Çin lahanası tozu içeren örneklerin

100 ppm sodyum nitrit veya % 0.4 seviyesinde kereviz suyu tozu içeren örneklerden daha yüksek kür verimine sahip olduğu bildirilmiştir.

Ozaki ve ark. (2020); fermente kuru sosis üretiminde nitrit ikamesi olarak turp ve pancar tozu kullandıkları çalışmalarında, sebze tozu ilavesinin sosislerin nem içeriği, ağırlık kaybı ve su aktivitesi değerlerini etkilediğini ve % 1 seviyesinde turp tozu ve yine aynı seviyede pancar tozu ilave edilen örneklerde, olgunlaşma süresince nitritin oluştuğunu belirlemişlerdir. Yapılan pH, renk, lipid oksidasyonu ve nitrit/nitrat analizleri sonucunda; kolay ve uygun bir kuruma prosesi sağlaması sebebiyle en iyi nitrit ikamesinin % 1 seviyesinde turp tozu kullanımı olduğu bildirilmiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Et ve Yağ

Sucukların üretiminde Panagro Et-Süt Entegre Gıda Tesisleri'nden (Konya) temin edilen Angus ırkına ait sığır etleri ve yağları kullanılmıştır. Tüm gövdeyi temsil edecek şekilde karkasların çeşitli bölgelerinden (kürek, gerdan, döş ve pençeta) alınan etler ve yağlar sucuk üretiminde kullanılmıştır.

3.1.2. Katkı maddeleri ve kılıf

Sucuk üretiminde kullanılan diğer katkı maddeleri (sarımsak, kimyon, kırmızıbiber, karabiber, tuz) Konya piyasasında bulunan çeşitli işletmelerden tedarik edilmiştir. Kontrol grubu sucukların üretiminde üretici firmadan (Merck, Almanya) temin edilen sodyum nitrat kullanılmıştır. Sucukların üretiminde starter kültür olarak *Pediococcus pentosaceus* ve *Staphylococcus carnosus* karışımı (BFL-T03, Christian Hansen, Hoersholm, Danimarka) kullanılmıştır. Sucuk dolumu için 38 kalibre kollajen kılıf kullanılmıştır. Sucuk formülasyonlarında kullanılacak alternatif kürleme ajanı seçimi için pancardan şeker üretimi sırasında oluşan çeşitli ara ürünlerin nitrat ve nitrit içerikleri belirlenmiştir. Bu amaçla Konya bölgesinden temin edilen şeker pancarlarının yaprak, baş, kuyruk, gövde ve sapları ayrı ayrı kurutulup öğütülmüştür. Ayrıca Pankobirlik Konya-Çumra'dan şeker pancarı melası temin edilmiştir. Şeker pancarı yaprak, gövde, sap ve melasında yapılan nitrat/nitrit analizleri sonucunda en yüksek nitrat içeriği melasta belirlenmiştir. Melasın kürleme ajanı olarak, taze ve toz formu sucuk formülasyonlarında kullanılmıştır. Melasın kurutularak toz formuna getirilmesi Enka Süt ve Gıda Mamülleri San ve Tic. A.Ş. tarafından gerçekleştirilmiştir. Melas ve maltodekstrin (taşıyıcı ajan olarak) (% 38 melas, % 60 maltodekstrin ve % 1.2 silikondioksit) Niro Atomizer pilot tesis tipi kurutucu ile kurutulmuştur. Kurutma süresi 60 dakika olup cihazın giriş hava sıcaklığı 200 °C ve çıkış hava sıcaklığı ise 70 °C'yi aşmamıştır. Partikül büyüklükleri ise, 5-25 µm arasında olmuştur.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme planı

Hazırlanan sucuk hamuru 5 farklı gruba ayrılmıştır. Bu gruplar arasında, kullanılan diğer katkı maddeleri ve olgunlaştırma ve depolama süreci gibi üretim yöntemi/şartları açısından herhangi bir farklılık söz konusu değildir. Birinci grup Kontrol grubu (K) olup; 100 ppm sodyum nitrat içermektedir. Diğer gruplara ise (A, B, C ve D); 100 ppm nitrata denk gelecek şekilde uygun miktarlarda sodyum nitrat, melas ve/veya toz formunda melas ilave edilmiştir. Araştırmamızda üretilen farklı sucuklara ait formülasyonlar Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Sucuk üretiminde kullanılan et ve yağ karışımında; pH, protein, nem, toplam yağ, su aktivitesi (a_w) analizleriyle, toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam maya-küf ve Koliform grubu bakterilerin sayımları yapılmıştır. Sucuk hamurunda; nem, protein, toplam yağ, toplam kül, su aktivitesi (a_w), pH, renk, titrasyon asitliği, kalıntı nitrat/nitrit analizleriyle, toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam maya-küf, laktik asit bakterileri ve Koliform grubu bakterilerin sayımları yapılmıştır. Melas ve toz melasta ise; kalıntı nitrat/nitrit, mineral madde, şeker profili analizi, pH, su aktivitesi ve renk analizleri yapılmıştır.

Sucuk hamurlarından üretilen sucukların olgunlaştırma sürecinin 1., 3., ve 5. günlerinde; nem, pH, renk, titrasyon asitliği, kalıntı nitrat/nitrit, su aktivitesi (a_w) ve tekstür profil analizleriyle, toplam mezofilik aerobik bakteri, maya-küf, laktik asit bakterileri ve Koliform grubu bakteri sayımları gerçekleştirilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin başında ve sonunda olmak üzere 1. ve 5. günlerde, sucuk örneklerinin nitrosomyoglobin miktarları belirlenmiştir.

Tüketime hazır hale gelmiş sucukların depolama süreçlerinin 1., 20, 40. ve 60. günlerinde pH, renk, kalıntı nitrat/nitrit, su aktivitesi (a_w), TBA (thiobarbitirik asit) sayısı ve nitrosomyoglobin analizleri yapılmıştır. Depolama sürecinin başında ve sonunda olmak üzere 1. ve 60. günlerde ayrıca nem, protein, toplam yağ, toplam kül, titrasyon asitliği, tekstür profil analizleri, toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam maya-küf, laktik asit bakterileri ve Koliform grubu bakteri sayımları yapılmıştır. Ayrıca 14. günde pişmiş sucuk örneklerinin duyu analizleri gerçekleştirilmiştir.

Denemeler; iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve analizler her bir tekerrürde üç paralel olacak şekilde yürütülmüştür. Böylece rutin analizler için her bir parametre,

faktöriyel deneme desenine göre $5 \times 3 \times 2 = 30$ örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çizelge 3.2’de çalışmamıza ait deneme deseni verilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemelerde üretilen farklı sucuk gruplarına ait formülasyonlar

Formülasyon	Örnek Grupları				
	K	A	B	C	D
Et (kg)	10	10	10	10	10
Yağ (kg)	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
Sarımsak (g)	386	386	386	386	386
Tuz (g)	135	135	135	135	135
Kürleme ajanı*(g)	1	189.9	305.6	0.5+95	0.5+152.8
Karabiber (g)	45	45	45	45	45
Kırmızıbiber acı (g)	90	90	90	90	90
Kırmızıbiber tatlı (g)	75	75	75	75	75
Kimyon (g)	196	196	196	196	196
Yenibahar (g)	30	30	30	30	30
Toz karanfil (g)	3	3	3	3	3
Askorbik asit (g)	3	3	3	3	3
Starter kültür**(g)	5	5	5	5	5

*Her grup için kullanılan kürleme ajanı 100 ppm nitrat içerecek şekilde hesaplanmıştır. Kontrol: 1 g sodyum nitrat; A: 189.9 g melas; B: 305.6 g toz melas; C: 0.5 g sodyum nitrat+ 95 g melas karışımı, D: 0.5 g sodyum nitrat+152.8 g toz melas karışımı.

**Sucuk hamurlarına ilave edilen starter kültür miktarları 10^7 kob/g’dir.

Çizelge 3.2. Araştırmaya ait deneme deseni

Kürleme Ajanı Çeşidi	Olgunlaştırma Süreci (Analiz Günleri)	Depolama Süreci (Analiz Günleri)
Kontrol (sodyum nitrat) (K)	1.Gün	1. Gün
	3. Gün	20. Gün
	5. Gün	40. Gün
		60. Gün
A (Melas)	1.Gün	1. Gün
	3. Gün	20. Gün
	5. Gün	40. Gün
		60. Gün
B (Toz melas)	1.Gün	1. Gün
	3. Gün	20. Gün
	5. Gün	40. Gün
		60. Gün
C (% 50 sodyum nitrat+ % 50 melas)	1.Gün	1. Gün
	3. Gün	20. Gün
	5. Gün	40. Gün
		60. Gün
D (% 50 sodyum nitrat+ % 50 toz melas)	1.Gün	1. Gün
	3. Gün	20. Gün
	5. Gün	40. Gün
		60. Gün

3.2.2. Sucuk üretimi

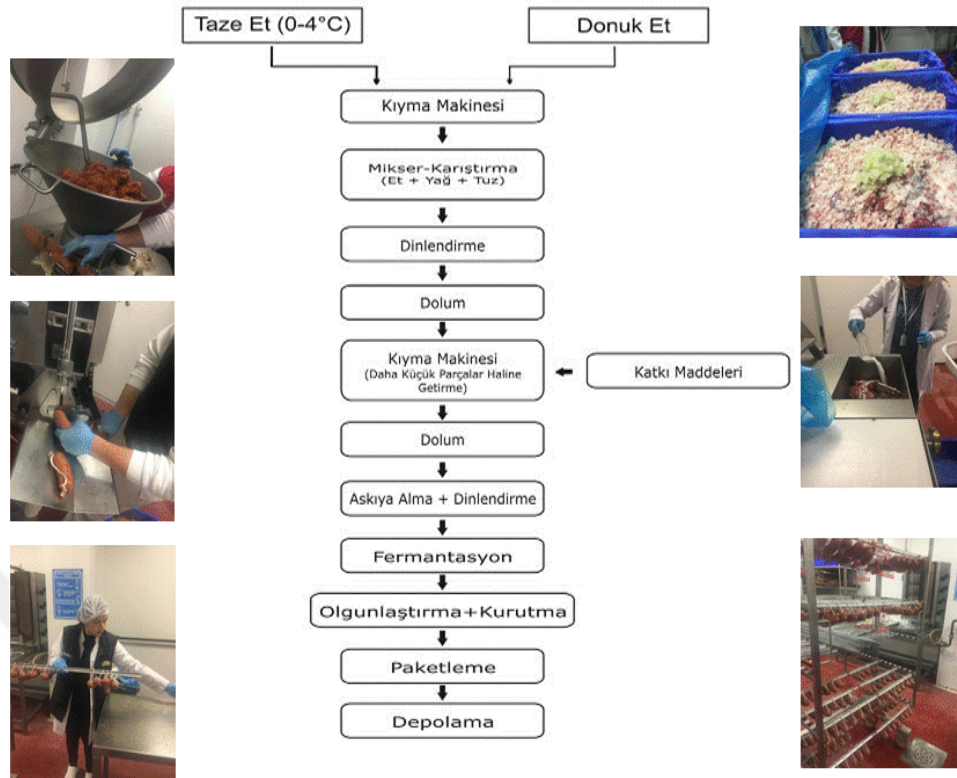
Çizelge 3.1’de verilen formülasyona göre hazırlanan sucukların üretimi Panagro Et ve Süt Entegre Tesisleri (Konya)’nde gerçekleştirilmiştir.

Sucuk üretiminde kullanılan etler (% 50 taze et ve % 50 donuk et) kuşbaşı iriliğinde doğrandıktan sonra karıştırılarak üzerine Çizelge 3.1’de belirtilen katkı maddeleri ilave edilip kıyma makinesinden geçirilmiştir. Elde edilen karışım beş gruba ayrıldıktan sonra her bir grup için hazırlanan kürleme ajanları ayrı ayrı ilave edilerek tekrar karıştırılmıştır. Beş ayrı grup sucuk hamurunun dolum işlemi ayrı ayrı gerçekleştirilmiş olup her bir grubun karıştırma ve dolum işleminden sonra makinaların temizlik ve dezenfeksiyonu yapılmıştır. Dolumu tamamlanan sucuk örnekleri duşlanmış ve sıcaklık, nispi nem ve hava akım hızı gibi parametrelerin kontrol edilebildiği klimalı kabinlerde pH’ları 5.2-5.3 seviyelerine ininceye kadar fermentasyon işlemine tabii tutulmuştur. Üretimde starter kültür olarak özellikle nitratın nitrite indirgenmesini de sağlayan *Pediococcus pentosaceus* ve *Staphylococcus carnosus* seçilmiştir. Sucukların pH değerlerinin istenen seviyelere düşmesinin ardından kurutma aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada, üretilen sucuklar nem içerikleri % 33-34 seviyesine ininceye kadar klimalı kabinlerde bekletilmiştir. Çizelge 3.3’te sucukların olgunlaştırılmasında uygulanan fermentasyon ve kurutma şartları verilmiştir. Sucuk üretimine ait akış şeması Şekil 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Sucuk üretiminde uygulanan fermentasyon ve kurutma şartları

Üretim Aşaması	Sıcaklık (°C)	Nispi Nem (%)	Hava akım hızı (m/sn)	Süre (saat)
Fermentasyon	0	90	0.5	4-5
Fermentasyon	18-19	85	0.5	12
Fermentasyon	22	80	0.5	24 (pH 5.2-5.3’e ininceye kadar)
Kurutma	16	70	0.5	30
Kurutma	10	50	0.5	42 (nem içerikleri %33-34’e ininceye kadar)

Olgunlaştırma sürecinin (fermentasyon ve kurutma) 5. gününde sucuk örnekleri tüketime hazır hale gelmiş olup, her bir gruptaki sucuk örnekleri ayrı ayrı modifiye atmosfer ambalajlama (% 70 N₂ ve % 30 CO₂) tekniği ile ambalajlanmış ve 4 °C’de 2 ay süreyle depolanmıştır.



Şekil 3.1. Sucuk üretim akış şeması

3.2.3. Örneklerin analize hazırlanması

Çalışmamızın ilk evresini oluşturan şeker pancarının farklı kısımlarının nitrat ve nitrit içeriklerinin belirlenmesi amacıyla Konya bölgesinden temin edilen şeker pancarları sap, yaprak, baş, gövde ve kuyruk olmak üzere 5 bölüme ayrılmıştır. Her bir bölüm bol su ile yıkandıktan sonra sap ve yapraklar 2-4 cm uzunluğunda, baş, gövde ve kuyruk bölümleri ise 2 mm kalınlığında olacak şekilde doğranmış ve oda şartlarında kurumaya bırakılmıştır. Kurutma işlemi tamamlandıktan sonra öğütülerek toz haline getirilmiş ve nitrat/nitrit analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca melasın ve toz melasın (taşıyıcı olarak maltodekstrin) da nitrat ve nitrit analizleri gerçekleştirilmiştir.

Araştırma kapsamında üretilen sucuk örneklerinde olgunlaştırma ve depolama süresince yapılacak analizler için her bir ayrı gruptan rastgele 2 adet sucuk alınmıştır. Mikrobiyolojik analizler için steril koşullarda sucuklardan doğrudan örnek alımı gerçekleştirilmiştir. Daha sonra örnekler mümkün olduğunca küçük parçalar halinde doğranmış ve kül, su aktivitesi (a_w), tiobarbiturik asit (TBA), titrasyon asitliği (% LA), kalıntı nitrat-nitrit, % nitrozomyoglobin (NOMB) analizleri için kullanılmıştır. Renk, tekstür profil ve duyu analizi için sucuk örneklerinden belirli ölçülerde dilimler

kesilerek analizler gerçekleştirilmiştir. Sucuk örneklerinin pH'ları saplamalı pH metre (Testo 205 pH-Temperatur-Messgerat, AG Postfach 1140, 79849, Lenzkirch) yardımıyla tespit edilmiştir.

3.2.4. Analiz yöntemleri

3.2.4.1. Nem tayini

Örneklerin her birinden yaklaşık 5 g kuru madde kaplarına tartılmış ve etüvde 105 ± 2 °C'de sabit tartıma gelinceye kadar tutulmuştur. Etüvden çıkarılan örnekler desikatörde oda sıcaklığına ulaştıktan sonra tartılmış ve örneklerin nem içeriği (%) olarak belirlenmiştir (AOAC, 2000).

3.2.4.2. Protein tayini

Nemi uzaklaştırılmış örneklerden (kuru örneklerden) yaklaşık 0.5 g tartılarak Kjeldahl tüpüne aktarılmıştır. Kjeldahl tüplerine katalizör tablet ($K_2SO_4:CuSO_4$) ve 25 ml derişik sülfürik asit ilave edilerek renk tamamen berraklaşincaya kadar yakılmıştır. Yakma işleminden sonra, distilasyon ünitesine yerleştirilen örnekler borik asit ve sodyum hidroksit çözeltileri ile distile edilmiştir. Hidroklorik asit çözeltisi ile, toplanan distilat titre edilmiştir ve protein miktarı (% protein = % N x 6.25) hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

3.2.4.3. Toplam yağ tayini

Ekstraksiyon kartuşuna örneklerden yaklaşık 5 g tartılmıştır. Dietileterle 5-6 kez sirkülasyondan sonra balona toplanan dietileter-yağ karışımı geri soğutucu altında birbirinden ayrılmıştır. Yağ içeren balonlar desikatöre alınarak, oda sıcaklığına gelmesi sağlanmıştır. Balonlar tartıldıktan sonra örneklerdeki yağ miktarı (%) hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

3.2.4.4. Toplam kül tayini

105 °C'de kurutulup soğutulmuş ve darası alınmış kül krezellerine yaklaşık 1 g örnek tartılmış ve sıcaklığın aşamalı olarak 550 °C'ye yükseltildiği kül fırınında gri-

beyaz renk alana kadar yakılmıştır. Kül fırınından çıkarılan örnekler, soğuyuncaya kadar bekletilmiş ve ardından tartılarak kül miktarı % olarak hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

3.2.4.5. Mineral madde tayini

Melas ve toz melasın mineral madde içerikleri belirlenmiştir (Skujins, 1998). Yaklaşık 1 g kuru örnek 7 ml HNO_3 kullanılarak yakılmış, elde edilen süzüklerde mineral madde içerikleri ICP-AES (İndüktif eşleşmiş plazma-atomik emisyon spektrometresi) cihazında (Vista Series, Varian International, AG, İsviçre) tayin edilmiştir.

3.2.4.6. pH tayini

Sucuk örnekleri, melas ve toz melasın pH değerleri, pH metre (Testo 205 pH-Temperatur-Messgerät, AG Postfach 1140, 79849, Lenzkirch) yardımıyla belirlenmiştir (Lambooij ve ark., 1999).

3.2.4.7. Su aktivitesi (a_w) tayini

Örneklerin su aktivitesi değerleri, su aktivitesi cihazı (Aqualab 4TE) kullanılarak oda sıcaklığında ölçülmüştür. Hazırlanan örnekler cihazın örnek kabına yerleştirildikten sonra okuma gerçekleştirilmiştir (Troller, 2012).

3.2.4.8. Titrasyon asitliği tayini

Titration asitliği tayini için tartılan 10 g örnek üzerine 90 ml saf su ilave edildikten sonra homojenizatörde 60 saniye karıştırılarak homojenize edilmiştir. Daha sonra pH 8.3'e ulaşıncaya kadar 0.1 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiştir. Titrasyon sonucunda harcanan NaOH miktarı mililitre cinsinden belirlenmiş ve sucuk örneklerinin titrasyon asitliği, "% laktik asit" cinsinden hesaplanmıştır (Keller ve ark., 1974).

3.2.4.9. Thiobarbitürik asit (TBA) miktarı analizi

Sucuk örneklerinde thiobarbitürik asit miktarı belirlenmiştir (Gökalp ve ark., 1999). Bu amaçla belirli ekstraksiyon aşamalarından sonra elde edilen örneklerin absorbansları spektrofotometrede (U-800, Hitachi, Japan) 530 nm’de okunmuş, daha sonra elde edilen absorbans değerleri 7.03 katsayısı ile çarpılarak TBA miktarları mg malonaldehit/kg örnek şeklinde hesaplanmıştır.

3.2.4.10. Kalıntı nitrat analizi

Sucuk örneklerinde kalıntı nitrat ve şeker pancarının sap, gövde, yaprak, baş, kuyruk ve melas gibi farklı kısımlarında nitrat içeriği belirlenmiştir (Cortesi ve ark., 2015). Analiz sonucunda nitrat miktarları ppm (mg/kg) NaNO_3 olarak hesaplanmıştır.

3.2.4.11. Kalıntı nitrit analizi

Sucuk örneklerinde kalıntı nitrit ve şeker pancarının sap, gövde, yaprak, baş, kuyruk ve melas gibi farklı kısımlarının nitrit içeriği belirlenmiştir (Cortesi ve ark., 2015). Analiz sonucunda nitrit miktarları ppm (mg/kg) NaNO_2 olarak hesaplanmıştır.

3.2.4.12. Şeker profili analizi

Melas ve toz melasın şeker profili, Türk Standartları Enstitüsü’nün TS 13359 nolu standardına göre belirlenmiştir. Bu standarda göre şeker bileşenleri, seyreltilmiş numunenin membran filtreden geçirilen kısmının yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile analizi sonucunda belirlenmiştir (Anonim, 2008).

3.2.4.13. Nitrozomyoglobin (NOMB) analizi

Nitrozomyoglobin miktarının belirlenmesi amacıyla kürlenmiş pigment ve toplam pigment analizleri yapılmıştır (Zaika ve ark., 1976). Kürlenmiş pigment analizi için kahverengi cam şişelere tartılan 10’ar g sucuk örneği, üzerine 40 ml aseton ve 3 ml saf su ilave edilerek 5 dk boyunca hızlı bir şekilde çalkalandıktan sonra süzölmüştür. Elde edilen süzöntülerden spektrofotometrede (U-800, Hitachi, Japan) 540 nm’de 40 ml aseton + 3 ml saf su içeren kör numuneye karşı okuma yapılmıştır. Okunan absorbans

değerleri 290 katsayısı ile çarpılarak ppm cinsinden kürlenmiş pigment miktarı belirlenmiştir.

Toplam pigment analizi için de benzer şekilde 10 g örnek kahverengi cam şişelere tartılmış, üzerine 40 ml aseton, 2 ml saf su ve 1 ml derişik HCl ilave edilmiştir. Hafif şekilde karıştırılan örnekler ağzı kapalı bir şekilde 1 saat boyunca karanlık ortamda bekletilmiş ve daha sonra süzölmüştür. Elde edilen süzöntülerden 640 nm’de 40 ml aseton + 2 ml saf su + 1 ml derişik HCl içeren kör numuneye karşı spektrofotometrede (U-800, Hitachi, Japan) okuma gerçekleştirilmiştir. Okunan absorbans değerleri 680 katsayısı ile çarpılarak ppm cinsinden toplam pigment miktarı belirlenmiştir. Nitrozomyoglobin miktarı (%) ise aşağıdaki formöl kullanılarak hesaplanmıştır:

$$\% \text{ NOMb} = [\text{NOMb (ppm)} / \text{Toplam pigment (ppm)}] \times 100$$

3.2.4.14. Renk analizi

Sucuk örneklerine ait renk değerleri kolorimetre cihazı (CR-400 Minolta Co, Osaka, Japan) kullanılarak ölçölmüştür (Hunt ve ark., 1991). Sucuk örneklerinde renk ölçümü, iç kesit (dilimlenen sucuklarda) ve dış kesit yüzeylerinde L^* , a^* ve b^* değerlerinin belirlenmesi ile gerçekleştirilmiştir.

3.2.4.15. Tekstür profil analizi (TPA)

Tekstür profil analizi için sucuk örnekleri, yaklaşık 1.5 cm yüksekliğe sahip olacak şekilde dilimlenmiştir. Her bir örnek grubunda 3 paralel olacak şekilde tekstür profil analizleri, 50 kg yük hücresine (load cell) sahip Tekstür Analiz Cihazı (TA-HD Plus Texture Analyser, Stable Microsystems, UK) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tekstür profil analizi sırasında, her bir sucuk örneğine % 50 kompresyon uygulanmış olup TPA sonuçları sertlik/hardness (N), kohesivlik/cohesiveness, esneklik /springiness (mm), adhesivlik/adhesiveness, çiğnenebilirlik/chewiness (Nxmm) ve geri kazanım/resilience olarak belirlenmiştir (Crehan ve ark., 2000; Bozkurt ve Bayram, 2006; Herrero ve ark., 2007). Testin yürütölme koşulları; test öncesi hız : 1 mm/s, test hızı : 5 mm/s, test sonrası hız : 5 mm/s, sıkıştırma oranı : %50 ve bekletme süresi : 0.1 s olarak ayarlanmıştır.

3.2.4.16. Mikrobiyolojik analizler

Sucuk örneklerinden aseptik koşullar altında 10'ar g örnek tartılarak steril poşetlere konulmuştur. Alınan örneklerin üzerine 90 mL Ringer çözeltisi (Ringer Tablet, Merck, Germany) ilave edildikten sonra homojenize edilmiştir. Elde edilen homojenattan steril ringer çözeltisi ile 10^{-7} 'ye kadar desimal dilüsyonlar hazırlanmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan mikrobiyolojik ekimler sonucunda oluşan koloniler sayılmış ve sonuçlar log kob/g sucuk olarak verilmiştir.

3.2.4.16.1. Toplam Mezofilik Aerobik bakteri sayısı (TMAB)

Dökme plak yöntemi uygulanarak Plate Count Agar (PCA, Merck, Germany) besiyerine ekim yapılmış ve 37 °C'de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyonun ardından oluşan koloniler sayılmış ve sonuçlar log kob/g sucuk olarak verilmiştir (Gökalp ve ark., 1999).

3.2.4.16.2. Toplam Laktik Asit bakteri sayısı (LAB)

Yayma yöntemi uygulanarak De Man Rogosa Sharpe Agar (MRS Agar, Merck, Germany) besiyerine ekim yapılmış ve 30 °C'de 48 saat anaerobik koşullarda (Anaerocoult A, Merck) inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda Katalaz (-) koloniler sayılmış ve sonuçlar log kob/g sucuk olarak verilmiştir (Gökalp ve ark., 1999).

3.2.4.16.3. Toplam Maya-Küf sayısı (TMK)

Yayma yöntemi uygulanarak % 10'luk laktik asit içeren Potato Dextrose Agar (PDA, Merck, Germany) besiyerine ekim yapılmış ve 25°C'de 5 gün boyunca inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra küf ve maya kolonileri sayılmış ve sonuçlar log kob/g sucuk olarak verilmiştir (Gökalp ve ark., 1999).

3.2.4.16.4. Toplam Koliform grubu bakteri sayısı

Violet Red Bile Agar (Difco B12) besiyerine ekim yapıldıktan sonra 30 ± 1 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda oluşan tipik koloniler sayılmış ve sonuçlar log kob/g sucuk olarak verilmiştir (Sagdic ve ark., 2011).

3.2.4.17. Duyusal analiz

Sucuk örneklerinin duyusal analizi için yarı eğitilmiş 12 panelist yaklaşık 0.5 cm kalınlığında dilimlenen ve her iki yüzeyi elektrikli ızgarada pişirilen sucuk örneklerini koku, renk, lezzet, tekstür ve genel beğeni parametreleri bakımından değerlendirmiştir. Analize katılan panelistlerden beğenilerine göre 1 (en kötü) ve 10 (en iyi) arasında rakamsal değerler vererek değerlendirme yapmaları istenmiştir. Sucuk örneklerinin yanında, panelistlere su ve ekmek sunulmuştur (Gökalp ve ark., 1999). Panelistlere sunulan pişmiş sucuk örneklerine ait duyusal değerlendirme formu ise Ek-1'de verilmiştir.

3.2.4.18. İstatistiksel analizler

Yapılan analizler sonucunda elde edilen verilere MINITAB release 18.0 programı kullanılarak Varyans Analizi uygulanmıştır. Ortalamalar arasındaki önem dereceleri ise Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Snedecor ve Cochran, 1980).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Şeker Pancarının Farklı Kısımlarının Nitrat ve Nitrit Analizi Sonuçları

Sucuk üretiminde doğal alternatif kürleme ajanı olarak kullanılmak üzere şeker pancarının farklı kısımlarının nitrat ve nitrit içerikleri belirlenmiş olup sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Şeker pancarının farklı kısımlarında yapılan nitrat analizleri sonucunda en yüksek (5265.37 ppm) nitrat içeriği şeker pancarından şeker üretimi sırasında açığa çıkan bir yan ürün olan melasta belirlenmiştir. Melastan sonra en yüksek (3272.19 ppm) nitrat içeriği melasın kurutulması ile elde edilen toz melasta belirlenmiştir. Şeker pancarının diğer kısımlarının nitrat içerikleri melas ve toz melasla kıyaslandığında oldukça düşük çıkmış (105.17-751.73 ppm), bu nedenle sucuk üretiminde kürleme ajanı olarak melas ve toz melas kullanılmıştır. Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği (Tebliğ no: 2018/52) 2. bölüm 9. madde 7. bendinde belirtilen “Sucuğa, ısıl işlem görmüş sucuğa ve pastırmaya et kaynaklı olmayan proteinler, nişasta ve nişasta içeren maddeler ile soya ve soya ürünleri katılamaz. Ancak baharat kaynaklı nişasta ve bitkisel protein miktarının toplamı kütlege % 1’i aşamaz.” ifadesi nedeniyle çalışmamızda kullandığımız toz melas, melasın taşıyıcı olarak maltodekstrin kullanılarak kurutulması ile elde edilmiştir (Anonim, 2018).

Nitrit analizleri sonucunda şeker pancarının çeşitli kısımlarının ortalama nitrit içerikleri belirlenmiş olup sap kısmında; 13.78 ppm, yaprakta; 13.45 ppm, melasta; 11.16 ppm, gövdede; 9.50 ppm, toz melasta (taşıyıcı olarak maltodekstrin); 9.18 ppm, baş bölgesinde; 7.97 ppm ve kuyruk bölgesinde; 7.93 ppm nitrit olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Şeker pancarının farklı kısımlarının nitrat ve nitrit içerikleri*

<i>Şeker pancarı kısımları</i>	<i>Nitrat miktarı (ppm)</i>	<i>Nitrit miktarı (ppm)</i>
Şeker pancarı gövdesi	105.17±12.19	9.50±0.47
Şeker pancarı sap kısmı	751.73±48.77	13.78±0.47
Şeker pancarı yaprağı	310.35±162.56	13.45±0.47
Şeker pancarı baş bölgesi	742.34±42.47	7.97±2.10
Şeker pancarı kuyruk bölgesi	209.71±51.82	7.93±1.61
Melas	5265.37±152.50	11.16±0.64
Toz melas (taşıyıcı Maltodekstrin)	3272.19±30.92	9.18±0.03

*Ortalama±standart sapma

Erkmen ve ark. (1990); İstanbul'da bulunan marketlerden alınan şeker pancarlarının nitrat ve nitrit içeriklerinin sırasıyla 262.11-772.35 ppm ve 0-1.64 ppm aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızdan elde ettiğimiz veriler, bu çalışmada elde edilen nitrat içerikleri verileriyle benzerlik göstermiştir.

Antczak-Chrobot ve ark. (2018), şeker pancarı melasının nitrat ve nitrit içeriklerini sırasıyla; 5377.8 ve 26.19 ppm olarak belirlemişlerdir. Bu çalışma, melasın nitrat içeriği açısından çalışmamızla benzerlik göstermekle birlikte, nitrit içeriği açısından daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir.

4.2. Sucuk Üretiminde Kullanılan Hammaddelere Ait Analiz Sonuçları

4.2.1. Et-yag karışımına ait analiz sonuçları

Sucukların üretiminde kullandığımız et-yag karışımının; nem (%), protein (%), toplam yag (%) içeriği ile su aktivitesi ve pH değerleri Çizelge 4.2'de, toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), toplam maya-küf ve toplam Koliform grubu bakteri sayım sonuçları da Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Sucuk üretiminde hammadde olarak kullandığımız et-yag karışımının % 44.48 nem, % 18.40 protein, % 32.28 yag içeriğine sahip olduğu, a_w 'nin 0.973 ve pH'sının ise 5.92 olduğu tespit edilmiştir.

Et-yag karışımının mikrobiyolojik analizleri sonucunda TMAB sayısı; 4.98 log kob/g ve toplam maya-küf sayısı; 2.86 log kob/g olarak belirlenmiş olup Koliform grubu bakteri tespit edilmemiştir.

Çizelge 4.2. Sucuk üretiminde kullanılan et-yag karışımına ait bazı fizikokimyasal analiz sonuçları*

<i>Fizikokimyasal parametreler</i>	<i>Et-yag karışımı</i>
Nem (%)	44.48±0.01
Protein (%)	18.40±0.10
Toplam yag (%)	32.28±0.06
Su aktivitesi	0.973±0.00
pH	5.92±0.00

*Ortalama±standart sapma

Çizelge 4.3. Sucuk üretiminde kullanılan et-yag karışımına ait bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/g)*

<i>Mikrobiyal parametreler</i>	<i>Et-yag karışımı</i>
Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB)	4.98±0.00
Toplam Maya-Küf	2.86±0.00
Koliform grubu bakteri	Te**

*Ortalama±standart sapma; **Te: Tespit edilemedi.

Sucuk üretiminde hammadde olarak kullanılan et pH değerinin 5.87 olduğu ve % 59.90 nem, % 16.84 protein, % 23.91 yağ ve % 1.15 kül içerdiği bildirilmiştir (Candoğan, 2009).

Ergezer (2013), enginar (*Cynara scolymus L.*) atıklarından elde edilen ekstraktın çiğ ve pişirilmiş köftelerde antioksidatif etkilerini belirlediği çalışmada, köfte üretiminde hammadde olarak kullandığı dana kıymasının % 62.80 nem, % 15.46 yağ, % 18.38 protein ve % 2.16 kül içerdiğini bildirmiştir.

İçöz (2017), Tekirdağ köftesini farklı oranlarda jelatin, gliserol ve kekik ekstraktı içeren çözelti ile kaplayarak bunların raf ömrüne etkisini belirlediği çalışmada, kontrol grubu köftelerin nem içeriğinin % 54.57, yağ içeriğinin % 15.8 ve kül içeriğinin ise % 2.8 olduğunu bildirmiştir. Bir diğer çalışmada, köftelerin yağ miktarı % 15.8, protein miktarı % 32.13 ve pH değeri ise 5.3 olarak saptanmıştır (Dündar, 2011).

Kozan (2018), sucuk üretiminde kullandığı etin % 17.68 protein, % 62.95 nem, % 16.52 yağ içeriğine sahip olduğunu ve pH değerinin ise 5.70 olduğunu bildirmiştir.

Sucu (2018), hammadde olarak kullandığı iki farklı et örneğinin nem içeriklerinin % 68.38 ve % 67.24, yağ içeriklerinin % 15.57 ve % 7.15, protein içeriklerinin % 16.71 ve % 22.99, kül içeriklerinin % 0.93 ve % 0.89 ve pH değerlerinin ise; 5.75 ve 5.93 olduğunu bildirmiştir.

Babaoğlu (2020), sucuk üretiminde hammadde olarak kullandığı etin % 48.98 nem, % 15.71 protein, % 34.44 yağ ve % 0.79 kül içerdiğini bildirmiştir. Söz konusu etin pH'ını 5.91 ve su aktivitesini ise 0.989 olarak belirlemiştir. Aynı çalışmadaki mikrobiyolojik analizler sonucunda et örneklerinde TMAB sayısının; 5.93 log kob/g, LAB sayısının; 4.79 log kob/g, toplam maya-küf sayısının; 3.24 log kob/g ve Koliform grubu bakteri sayısının ise 2.05 log kob/g olduğu rapor edilmiştir.

4.2.2. Melas ve toz melas analiz sonuçları

Doğal alternatif kütleme ajanı olarak kullanılan melas ve toz melasın nem (%), toplam kül (%), pH, su aktivitesi, L^* , a^* ve b^* değerleri ile şeker profili ve mineral madde analizi sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Sucuk üretiminde doğal kütleme ajanı olarak kullanılan melas ve toz melasa ait bazı analiz sonuçları*

<i>Analiz parametreleri</i>	<i>Melas</i>	<i>Toz melas</i>
Nem (%)	19.32±0.09	2.80±0.18
Toplam kül (%)	8.88±0.14	4.76±0.05
pH	6.30±0.01	6.61±0.02
Su aktivitesi (a_w)	0.550±0.013	0.107±0.001
L^*	12.14±0.03	70.85±0.63
a^*	7.53±0.31	4.53±0.09
b^*	-3.06±0.08	28.18±0.30
Sakkaroz (%)	53.47±0.01	28.09±0.01
Glukoz (%)	5.85±0.00	2.48±0.02
Fruktoz (%)	0.14±0.02	0.05±0.00
Fe (mg/100 g)	5.23±0.16	3.60±0.15
Mn (mg/100 g)	0.83±0.09	0.41±0.01
Zn (mg/100 g)	7.33±0.53	4.62±0.11
Ca (mg/100 g)	717.96±22.17	430.71±24.37
Mg (mg/100 g)	7.31±1.09	5.84±0.34
K (mg/100 g)	8173.03±98.16	2457.82±130.95

*Ortalama±standart sapma

Doğal alternatif kütleme ajanı olarak kullanılan melas ve toz melas için nem, toplam kül, pH ve su aktivitesi değerleri sırasıyla; % 19.32 ve % 2.80; % 8.88 ve % 4.76; 6.30 ve 6.61; 0.550 ve 0.107 şeklinde belirlenmiştir. Melas ve toz melasa ait L^* , a^* ve b^* renk değerlerinin sırasıyla; 12.14 ve 70.85; 7.53 ve 4.53; -3.06 ve 28.18 olduğu tespit edilmiştir.

Melas ve toz melasın şeker profili analizi sonuçlarına göre; melasın % 53.47 sakkaroz, % 5.85 glukoz ve % 0.14 fruktoz içerdiği belirlenmiştir. Toz melasta ise; % 28.09 sakkaroz, % 2.48 glukoz ve % 0.05 fruktoz bulunduğu saptanmıştır.

Şeker pancarı melasının şeker profili; % 66 sakkaroz, % 1 glukoz ve % 1 fruktoz olarak bildirilmiştir (Steg ve Van der Meer, 1985).

Melasın ortalama % 51 sakkaroz, % 1 rafinoz, % 0.25 glukoz ve fruktoz içerdiği tespit edilmiştir (Šušić ve Sinobad, 1989).

Šimurina ve ark. (2008); bisküvi üretiminde kullandıkları şeker pancarı melasının % 50.50 sakkaroz, % 17.20 nem, % 13.92 kül, % 1.45 invert şeker içerdiğini, ayrıca pH ve su aktivitesi değerlerinin ise sırasıyla; 7.20 ve 0.63 olduğunu bildirmişlerdir.

Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan şeker pancarı melasının; % 73.21 toplam şeker, % 40.41 indirgen şeker, % 6.13 kül içeriğine sahip olduğu ve pH değerinin 6.12 olduğu rapor edilmiştir (Ghazal ve Atallah, 2016).

Şeker pancarı melasının % 49.7 sakkaroz, % 1.15 invert şeker, % 12.6 kül içerdiği ve pH değerinin 7.1 olduğu bildirilmiştir (Šarić ve ark., 2016).

Melas ve toz melasın potasyum ve kalsiyum için oldukça önemli bir kaynak olduğunu ifade edebiliriz (Çizelge 4.4). Melasın potasyum ve kalsiyum içeriğinin sırasıyla; 8173.03 mg/ 100 g ve 717.96 mg/ 100 g olduğu belirlenmiştir. Toz melasın ise; 2457.82 mg/100 g potasyum ve 430.71 mg/ 100 g kalsiyum içerdiği tespit edilmiştir. Šušić ve Sinobad (1989) ve Higginbotham ve McCarthy (1998); melasın toplam mineral madde içeriğinin yaklaşık % 75'ini potasyumun oluşturduğunu bildirmişlerdir. Higginbotham ve McCarthy (1998); melastaki potasyum ve kalsiyumun sırasıyla 20-60 g/kg ve 1-15 g/kg aralığında olduğunu rapor etmişlerdir. Šušić ve Sinobad (1989) ise melasın 4060.00 mg / 100 g potasyum ve 185 mg/ 100 g kalsiyum içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Ekmek üretiminde kullanılan melasın 4090.00 mg/ 100 g potasyum ve 201.10 mg/ 100 g kalsiyum içerdiği belirlenmiştir (Filipčev ve ark., 2010).

Melas ve toz melasa ait tespit ettiğimiz potasyum ve kalsiyum miktarları, literatür bulgularına kıyasla daha yüksek çıkmıştır.

K ve Ca miktarlarının literatüre göre oldukça yüksek bulunmasının, çalışmada kullanılan bitki genotipinin ve yetiştirme koşullarının farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Özellikle yetiştiricilik koşullarının bitki besin elementi alımını doğrudan etkilediği bildirilmektedir. Bitkinin fazla sulanması durumunda Ca ve K elementlerinin yarayışlılığının arttığı ve bu durumun yumrularda yüksek Ca ve K içeriği birikimi şeklinde ortaya çıktığı rapor edilmiştir (Dilek, 2015).

4.2.3. Sucuk hamuru analiz sonuçları

Farklı kürleme ajanları (sodyum nitrat, melas ve toz melas) kullanılarak üretilen sucuk hamurlarının nem, protein, toplam yağ, toplam kül, a_w , pH ve titrasyon asitliği içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.5'te; kalıntı nitrat ve kalıntı nitrit içerikleri ile renk parametrelerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.6'da; TMAB, LAB, toplam maya-küf sayılarına ait Varyans Analizi sonuçları ise Çizelge 4.7'de verilmiştir. Belirtilen parametreler için Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.8'de sunulmuştur.



Çizelge 4.5. Sucuk hamurlarının bazı fizikokimyasal parametrelerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	Nem		Protein		Toplam yağ		Toplam kül		a _w		Titrasyon asitliği		pH	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kürleme işlemi	4	24.380	170.75**	0.16546	8.17*	2.3046	12.28**	0.0069513	8.18*	0.0000133	6.40*	0.0006824	10.40*	0.11192	44.72**
Hata	5	0.143		0.02025		0.1877		0.0008499		0.0000021		0.0000656		0.00250	
Toplam	9														

**p<0.01; *p<0.05

Çizelge 4.6. Sucuk hamurlarının kalıntı nitrat, kalıntı nitrit ve renk parametrelerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	Kalıntı nitrat		Kalıntı nitrit		L*		a*		b*	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kürleme işlemi	4	15.806	17.24**	0.004765	1.03	5.446	3.47	1.2864	1.86	1.222	0.41
Hata	5	0.917		0.004620		1.569		0.6910		2.963	
Toplam	9										

**p<0.01

Çizelge 4.7 Sucuk hamurlarının bazı mikrobiyolojik analiz verilerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	TMAB**		LAB***		Toplam maya-küf	
		KO	F	KO	F	KO	F
Kürleme işlemi	4	0.03131	1.19	0.054585	6.48*	0.1969	1.68
Hata	5	0.02622		0.008420		0.1169	
Toplam	9						

*p<0.05; ** Toplam Mezofilik Aerobik bakteri; *** Laktik Asit bakterileri

Varyans Analizi sonuçlarına göre; doğal alternatif kürlenme işleminin sucuk hamurlarının nem, protein, toplam yağ ve toplam kül içerikleri üzerine istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$; $p<0.05$) düzeyde etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Sucuk hamurlarının ortalama nem, protein, toplam yağ ve toplam kül içerikleri sırasıyla; % 46.07-54.59, % 18.18-18.84, % 29.70-32.31 ve % 1.98-2.12 ve aralığında bulunmuştur.

Çizelge 4.5'te verilen Varyans Analizi sonuçları incelendiğinde; sucuk hamurlarının su aktivitesi, titrasyon asitliği ve pH değerleri üzerinde kürlenme işleminin etkilerinin istatistiki olarak önemli ($p<0.01$; $p<0.05$) düzeyde olduğu sonucuna varılmıştır. Sucuk hamurlarından melas katkılı olanların en düşük pH ve titrasyon asitliği değerlerine sahip olduğu belirlenmiş olup bu değerler sırasıyla; 5.99 ve % 0.56'dır. Sucuk hamurları titrasyon asitliği açısından değerlendirildiğinde; A grubu hariç, diğer gruplar arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ($p>0.05$). Toz melas katkılı sucuk hamurları en düşük (0.972) su aktivitesine sahip olup, bu durumun toz melasın su aktivitesi değerinin düşük olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir (Çizelge 4.4).

Sucuk hamurlarının kalıntı nitrat ve kalıntı nitrit içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları incelendiğinde; kürlenme işleminin kalıntı nitrat içerikleri üzerinde istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) düzeyde etkileri olduğu, buna karşın kalıntı nitrit içeriklerinin ise kürlenme işleminden istatistiki olarak etkilenmediği görülmektedir. En düşük (69.42 ppm) kalıntı nitrat içeriği melas katkılı sucuk hamurlarında, en yüksek (77.15 ppm) kalıntı nitrat içeriği ise; %50 sodyum nitrat + %50 melas karışımlı sucuk hamurlarında tespit edilmiştir.

Sucuk hamurlarının L^* , a^* ve b^* renk parametreleri üzerine alternatif kürlenme işleminin etkisi istatistiki olarak önemsizdir ($p>0.05$). Sucuk hamurlarının ortalama L^* , a^* ve b^* değerlerinin sırasıyla; 39.11-43.61, 17.39-19.53 ve 19.33-21.25 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Sucuk hamurlarının TMAB, LAB ve Toplam maya-küf sayılarına ait Varyans Analizi sonuçlarına göre; alternatif kürlenme işleminin yalnızca LAB sayıları üzerine istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) düzeyde etkilerinin olduğu belirlenmiştir. En düşük (5.80 log kob/g) LAB sayısı melas katkılı sucuk hamurlarında, en yüksek (6.25 log kob/g) LAB sayısı ise %50 sodyum nitrat + %50 melas karışımlı sucuk hamurlarında saptanmıştır. Tüm grupların LAB sayıları başlangıçta kullanılan starter kültür sayısından (10^7 kob/g- 7 log kob/g) düşük çıkmış olup bu durumun, kullanılan starter kültür sayısının hesaplanmasında sadece et miktarının dikkate alınmasından

kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda, sucuk hamurlarında Koliform grubu bakteri tespit edilmemiştir.

Çizelge 4.8. Sucuk hamurlarının bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analiz parametrelerine ait Tukey testi sonuçları*

Analiz parametreleri	n	Farklı Kütleme İşlemi**				
		K	A	B	C	D
Nem (%)	2	54.59±0.42 ^a	46.41±0.28 ^{bc}	47.56±0.31 ^{bc}	46.07±0.03 ^c	47.81±0.11 ^b
Protein (%)	2	18.30±0.05 ^{ab}	18.84±0.15 ^a	18.55±0.12 ^{ab}	18.18±0.04 ^b	18.78±0.10 ^a
Toplam yağ (%)	2	29.70±0.42 ^b	31.13±0.42 ^{ab}	30.84±0.33 ^{ab}	32.31±0.03 ^a	29.79±0.10 ^b
Toplam kül (%)	2	2.07±0.01 ^{ab}	2.09±0.00 ^{ab}	2.12±0.02 ^a	2.01±0.04 ^{ab}	1.98±0.00 ^b
a _w	2	0.979±0.000 ^a	0.977±0.000 ^{ab}	0.972±0.00 ^b	0.975±0.00 ^{ab}	0.976±0.00 ^{ab}
Titrasyon asitliği (%)	2	0.61±0.01 ^a	0.56±0.00 ^b	0.61±0.00 ^a	0.60±0.00 ^a	0.60±0.00 ^a
pH	2	6.48±0.08 ^a	5.99±0.00 ^c	6.48±0.03 ^a	6.20±0.00 ^b	6.02±0.00 ^{bc}
Kalıntı nitrat (ppm)	2	72.05±1.01 ^{bc}	69.42±0.53 ^c	73.87±0.68 ^{ab}	77.15±0.73 ^a	73.16±0.04 ^{bc}
Kalıntı nitrit (ppm)	2	3.00±0.05 ^a	2.90±0.05 ^a	2.90±0.05 ^a	2.95±0.05 ^a	3.00±0.05 ^a
L*	2	40.46±0.61 ^a	39.11±1.09 ^a	40.81±1.48 ^a	41.46±0.42 ^a	43.61±0.02 ^a
a*	2	18.29±0.35 ^a	17.96±0.48 ^a	18.66±0.67 ^a	19.53±0.15 ^a	17.39±0.95 ^a
b*	2	19.70±2.69 ^a	19.39±0.22 ^a	20.02±0.20 ^a	21.25±0.25 ^a	19.33±0.20 ^a
TMAB**** (log kob/g)	2	5.11±0.07 ^a	4.99±0.12 ^a	5.18±0.20 ^a	5.18±0.03 ^a	5.34±0.08 ^a
LAB**** (log kob/g)	2	6.06±0.02 ^{ab}	5.80±0.06 ^b	6.13±0.13 ^{ab}	6.25±0.01 ^a	6.09±0.02 ^{ab}
Toplam Maya-küf (log kob/g)	2	3.30±0.32 ^a	2.99±0.11 ^a	3.59±0.08 ^a	3.24±0.20 ^a	2.77±0.37 ^a
Koliform grubu bakteri (log kob/g)	2	Te*****	Te	Te	Te	Te

*Aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki (p<0.01; p<0.05) olarak birbirinden farklıdır. Ortalama±standart hata

K (sodyum nitrat), A (melas katkılı), B (toz melas katkılı), C (%50 sodyum nitrat + %50 melas katkılı), D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas katkılı). *TMAB: Toplam Mezofilik Aerobik bakteri; ****LAB: Laktik Asit bakterileri. *****Te: Tespit edilemedi.

Ercoşkun (2006); sucuk hamurlarının nem içeriğini % 58.55, protein içeriğini % 12.48, yağ içeriğini % 25.16, kül içeriğini % 3.29, titrasyon asitliğini % 0.210, LAB sayılarını 7.65 log kob/g ve toplam Koliform grubu bakteri sayılarını 4.55 log kob/g olarak bildirmiştir.

Dalmış (2007); sucuk hamurlarının nem içeriğini % 58.69-60.12 ve % 60.98-61.41, protein içeriğini % 15.46-15.48 ve %15.38-15.50, yağ içeriğini % 21.36-23.62 ve % 21.78-22.35, pH'nı 5.73-5.77 ve 5.82-5.84, su aktivitesini 0.957-0.960 ve 0.962-0.965, L* değerini 43.79-45.34 ve 43.93- 44.88, a* değerini 12.65-14.90 ve 12.25-14.50, b* değerini 20.33-22.50 ve 21.80-22.22, TMAB sayılarını 5.20-6.00 log kob/g ve 5.60-6.20 log kob/g, LAB sayılarını 4.00-5.00 log kob/g ve 4.60-5.40 log kob/g, toplam Koliform grubu bakteri sayılarını 3.20-3.80 log kob/g ve 3.00-3.20 log kob/g olarak belirlemiştir.

Ergönül (2009); sucuk hamurunda nem içeriğini % 51.50-52.32, pH'nı 5.56-5.96, kül içeriğini % 1.40-1.51, protein içeriğini % 17.08-22.67, yağ içeriğini % 25.01-

29.58, L^* değerini 46.37-46.80, a^* değerini 14.64-15.58, b^* değerini 19.69-21.19 aralığında belirlemiştir. Sucuk hamurlarındaki mikrobiyolojik analizler sonucunda LAB sayılarının 7.39-7.69 log kob/g, toplam maya-küf sayılarının <1-2.40 log kob/g, TMAB sayılarının 7.39-7.86 log kob/g aralığında olduğu rapor edilmiştir.

Arslan (2016); sucuk hamurlarının nem içeriklerini % 53.80-54.29, yağ içeriklerini % 25.00-26.28, protein içeriklerini % 16.11-17.93, kül içeriklerini % 2.56-2.91, pH'nı 5.83-5.88, su aktivitesini 0.971-0.972, TMAB sayılarını 7.19-7.34 log kob/g, LAB sayılarını 6.37-6.45 log kob/g ve toplam maya-küf sayılarını 5.19-5.26 log kob/g aralığında belirlemiştir.

Soncu ve ark. (2018); sucuk hamurlarının nem, su aktivitesi, pH ve titrasyon asitliği değerlerini sırasıyla; % 53.64, 0.98, 5.73 ve % 0.54 olarak bildirmişlerdir.

Saygi ve ark. (2018); sucuk hamurunun pH, kuru madde ve toplam yağ içeriklerini sırasıyla; 5.73-5.87, % 41.29-43.19 ve % 18.54-21.55 olarak belirlemişlerdir.

Sucu (2018); pancar unu katkılı sucuk hamurlarının nem içeriğini; % 53.33-54.29, yağ içeriğini % 26.01-27.57, protein içeriğini % 13.19-14.00, kül içeriğini % 1.56-1.86, pH'nı 5.57-5.61, kalıntı nitrit içeriğini 0.43-20.12 mg/kg, LAB sayısını 6.72-6.94 log kob/g, L^* değerini 35.14-39.74, a^* değerini 18.27-21.91 ve b^* değerini 22.76-26.31 aralığında belirlemiştir. Aynı çalışmada elde edilen kereviz unu katkılı sucuk hamurlarının aynı parametrelere ait değerlerinin ise sırasıyla % 57.57-60.64, % 19.02-19.57, % 19.00-19.26, % 2.29-2.46, 5.50-5.54, 1.46-18.32 mg/kg, 6.86-6.90 log kob/g, 35.56-38.47, 17.06-18.17 ve 22.56-24.44 aralığında olduğu bildirilmiştir.

Zungur Bastıoğlu (2019); fermente dana sucuk hamurunda nem içeriğini % 63.84-65.91, pH'nı 5.65-5.68, yağ içeriğini % 17.74-18.80, protein içeriğini % 14.34-14.87, toplam kül içeriğini % 1.35-1.60, titrasyon asitliğini % 0.48-0.63 ve su aktivitesini 0.88-0.90 aralığında belirlemiştir. Fermente hindi sucuk hamurunda aynı parametreleri sırasıyla; % 61.31-65.67, 5.80-5.86, %16.98-17.42, %15.12-17.87, %2.28-2.52, %0.52-0.65 ve 0.94-0.95 aralığında tespit etmiştir.

4.3. Olgunlaştırma Süreci Analiz Sonuçları

4.3.1. Nem ve su aktivitesi (a_w) tayini sonuçları

Farklı kürlleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki nem içerikleri ve su aktivitelerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.9'da, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki nem içerikleri ve su aktivitelerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	Nem		Su aktivitesi (a_w)	
		KO	F	KO	F
Kürleme işlemi (A)	4	7.7634	25.35**	0.0000287	8.02**
Olgunlaştırma süreci (B)	2	33.6145	109.74**	0.0010262	286.73**
AxB	8	2.0480	6.69**	0.0000201	5.60**
Hata	15	0.3063		0.0000036	
Toplam	29				

**p<0.01

Varyans Analizi sonuçlarına göre, sucuk örneklerinin nem içerikleri üzerine doğal alternatif kürleme işlemi, olgunlaştırma süreci ve kürleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksiyonunun (AxB) etkilerinin istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu bulunmuştur.

Sodyum nitrat ve melas ilaveli sucukların en yüksek nem içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin başında % 42.71 olarak belirlenen nem içeriği, olgunlaştırma sürecinin sonu olan 5. günde % 40.17 olarak tespit edilmiştir. Sucuk örneklerinin fermantasyon süreci tamamlandıktan sonra kabin içinde sıcaklık ve nisbi nem değerleri değiştirilerek kurutma koşullarına maruz bırakılması örneklerin nem içeriklerindeki düşüşe (kurumaya) neden olmuştur. Ayrıca kurumanın bir diğer nedeninin; fermantasyon sırasında laktik asit bakterileri tarafından üretilen laktik asidin, sucuğun pH değerini 5.2-5.3 seviyelerine indirmesi sonucu et proteinlerinin kısmi denatürasyona uğraması ve bunun sonucunda et proteinlerinin su tutma kapasitelerinin azalması olabileceği ifade edilmiştir (Lücke, 1998; Gökalp ve ark., 2004).

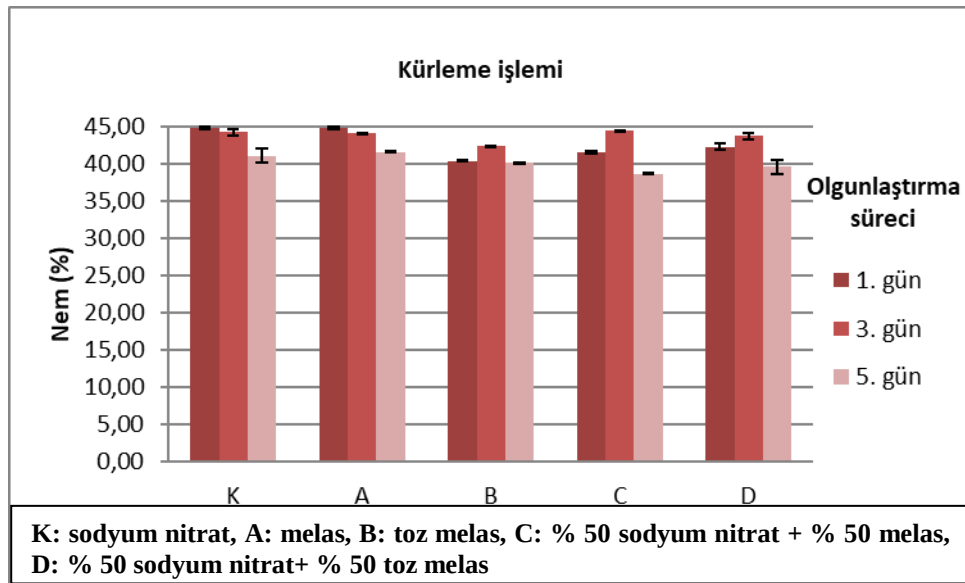
Çizelge 4.10. Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki ortalama nem içerikleri ve su aktivitelerine (a_w) ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme işlemi (A)	n	Nem (%)	Su aktivitesi (a_w)
K (sodyum nitrat)	6	43.33±0.77 ^a	0.965±0.003 ^a
A (melas)	6	43.46±0.62 ^a	0.961±0.003 ^b
B (toz melas)	6	40.90±0.45 ^b	0.959±0.005 ^b
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	6	41.50±1.05 ^b	0.962±0.004 ^{ab}
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	6	41.82±0.82 ^b	0.962±0.004 ^b
Olgunlaştırma süreci (B)			
1. Gün	10	42.71±0.59 ^b	0.972±0.001 ^a
3. Gün	10	43.73±0.27 ^a	0.962±0.001 ^b
5. Gün	10	40.17±0.40 ^c	0.952±0.002 ^c
AxB			
K x 1. Gün	2	44.72±0.20 ^a	0.975±0.000 ^a
K x 3. Gün	2	44.21±0.44 ^{ab}	0.963±0.001 ^{cd}
K x 5. Gün	2	41.07±0.89 ^{def}	0.957±0.001 ^{def}
A x 1. Gün	2	44.75±0.14 ^a	0.966±0.001 ^{bc}
A x 3. Gün	2	44.09±0.03 ^{ab}	0.963±0.003 ^{cd}
A x 5. Gün	2	41.53±0.11 ^{cdef}	0.953±0.002 ^{ef}
B x 1. Gün	2	40.33±0.11 ^{defg}	0.972±0.000 ^{ab}
B x 3. Gün	2	42.30±0.04 ^{bcd}	0.962±0.002 ^{cd}
B x 5. Gün	2	40.07±0.11 ^{efg}	0.944±0.002 ^g
C x 1. Gün	2	41.50±0.17 ^{cdef}	0.974±0.001 ^{ab}
C x 3. Gün	2	44.37±0.07 ^{ab}	0.961±0.000 ^{cde}
C x 5. Gün	2	38.64±0.09 ^g	0.952±0.001 ^f
D x 1. Gün	2	42.25±0.43 ^{bcde}	0.973±0.001 ^{ab}
D x 3. Gün	2	43.69±0.41 ^{abc}	0.961±0.001 ^{cde}
D x 5. Gün	2	39.54±0.91 ^{fg}	0.951±0.000 ^{fg}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki ($p<0.01$) olarak birbirinden farklıdır.

Ortalama±standart hata

Farklı kürleme işlemi ve olgunlaştırma süreci interaksyonu için sucukların nem içerikleri Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Farklı kürleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksyonunun sucukların nem (%) içeriklerine etkisi

Tüm gruplarda olgunlaştırma sürecinin sonunda, 1. günle kıyaslandığında nem içeriklerinin düştüğü gözlenmiştir. 5. günde en düşük nem içeriği % 50 sodyum nitrat + % 50 melas içeren sucuklarda belirlenmiştir. Sucuk örneklerinin nem içerikleri 1. ve 5. günde sırasıyla; % 40.33-44.75 ve % 38.64-41.53 arasında belirlenmiştir.

Soyer ve ark. (2005), farklı yağ seviyeleri (% 10, 20 ve 30) ve farklı sıcaklık dereceleri (20-22°C ve 24-26 °C) uyguladıkları fermente sucuklarda nem içeriklerinin, olgunlaşma sürecinin başında % 55.21-67.10 iken, 9. günde % 37.50-42.70 seviyelerine indiğini bildirmişlerdir.

Yıldız-Turp ve Serdaroğlu (2008a); sığır et yağını % 0, 15, 30 ve 50 seviyelerinde mısır yağı ile ikame ettikleri çalışmada, sucuk örneklerinin nem içeriklerinin kullanılan mısır yağı seviyesi arttıkça yükseldiğini (% 36.5-42.8) bildirmişlerdir. Bu durumun sebebini ise; mısır yağının et partiküllerinin etrafını çevrelemesi sonucunda suyun uzaklaşmasının engellenmesi şeklinde olabileceğini belirtmişlerdir.

Farklı düzeylerde turunc albedosu ilavesinin fermente sucuğun kalite özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada üretilen sucukların olgunlaştırma süreci başında % 48.89-51.91 arasında olan nem içeriklerinin 21 günlük olgunlaştırma sürecinin sonunda % 19.39-22.75 seviyelerine düştüğü rapor edilmiştir (Coksever ve Saricoban, 2010).

Farklı antioksidan kaynakları kullanarak sucuk üretiminin yapıldığı bir çalışmada, örneklerin nem içeriklerinin % 23.70-26.80 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Savanović ve ark., 2014).

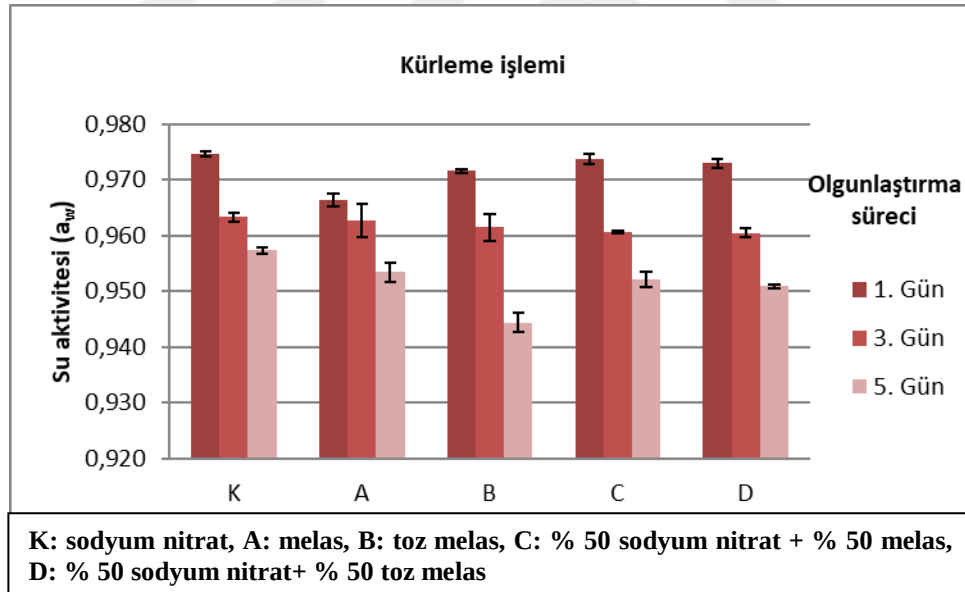
Sucuk üretiminde alternatif nitrit kaynağı olarak farklı seviyelerde (% 0, 1 ve 3) ıspanak tozu ilavesinin yapıldığı bir çalışmada, örneklerin nem içeriklerinin olgunlaştırma süresi boyunca % 51.94'ten 28. günde % 17.46 seviyelerine indiği bildirilmiştir (Palamutoğlu ve ark., 2018).

Farklı esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosan çözeltilerinin doğal antifungal olarak kullanıldığı bir çalışmada, sucuk örneklerinin nem içerikleri % 29.88-33.82 olarak belirlenmiştir (Soncu ve ark., 2018).

Çalışmada elde ettiğimiz nem içerikleri, literatürde bazı çalışmalarla uyumlu iken, farklı sonuçların elde edildiği çalışmaların da mevcut olması; araştırmalar arasındaki formülasyon, hammadde, olgunlaştırma şartları ve muamelelerin farklılık göstermesine bağlı olabilmektedir.

Varyans Analizi sonuçları incelendiğinde, sucukların su aktivitesi değerlerinin alternatif kürleme işlemi, olgunlaştırma süreci ve kürleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksyonundan (AxB) istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) düzeyde etkilendiği görülmüştür. Olgunlaştırma sürecinde en yüksek su aktivitesi değeri sodyum nitrat ilaveli sucuk örneklerinde belirlenmiştir. Olgunlaştırma süreci boyunca sucukların su aktivitesi değerleri düşmüş olup 5. günde en düşük değerler ölçülmüştür. Sucuklara fermentasyon sürecinin ardından kurutma işlemi uygulanmıştır. Uygulanan kurutma işlemi nedeniyle nemin uzaklaşmasının sonucu olarak su aktivitesinin düşmesi de beklenen bir durumdur. Su aktivitesinin azalması, sucuklarda mikroorganizma faaliyetlerini sınırlaması bakımından istenen bir durumdur.

Sucuk örneklerinin ortalama a_w değerlerine ait farklı kürleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksyonu Şekil 4.2’de verilmiştir. Olgunlaştırma sürecinin sonunda (5. gün) en düşük a_w değeri toz melas ilaveli sucuklarda belirlenmiş olup tüm grupların a_w değerlerinde olgunlaştırma sürecinde belirgin bir düşüş görülmüştür.



Şekil 4.2. Farklı kürleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksyonunun sucukların su aktivitesi (a_w) değerlerine etkisi

Sucuk örneklerimizin olgunlaştırma sürecinin başında 0.966-0.975 arasında olan a_w değerlerinin 5. günde 0.944-0.957 seviyelerine düştüğü belirlenmiştir.

Yalınkılıç ve ark. (2012) farklı seviyelerde portakal lifi (% 0, 2 ve 4) ve yağ (% 10, 15 ve 20) kullanarak ürettikleri sucukların su aktivitesi değerlerini olgunlaştırma sürecinin 0. gününde; 0.952, 10. gününde ise; 0.875 olarak belirlemişlerdir.

Lactobacillus rhamnosus kullanılarak üretilen probiyotik sucukların su aktivitesi değerlerinin 0.88 olduğu rapor edilmiştir (Ünal ve ark., 2017).

Nitrit kullanımının azaltılması amacıyla ıspanak tozu ilave edilen sucukların su aktivitesi değerlerinin; 28 günlük olgunlaştırma sürecinin başında 0.93, sonunda ise 0.65 olduğu rapor edilmiştir (Palamutoğlu ve ark., 2018).

Nitrozamin oluşumu üzerine farklı seviyelerde karabiber (5, 10 ve 15 g/kg), sodyum askorbat ve çeşitli pişirme derecesi etkilerinin incelendiği bir çalışmada; sucukların olgunlaştırma süreci sonundaki a_w değerleri 0.891-0.896 olarak bildirilmiştir (Sallan ve ark., 2019).

Nitrozamin oluşumu ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada yarı fermente sucukların a_w değerlerinin 0.926-0.933 arasında ölçüldüğü bildirilmiştir (Sallan ve ark., 2020).

4.3.2. Protein ve toplam yağ tayini sonuçları

Farklı kürlleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki protein ve toplam yağ içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.11’de Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı kürlleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki protein ve toplam yağ içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	Protein		Toplam yağ	
		KO	F	KO	F
Kürlleme işlemi (A)	4	0.7737	4.87*	6.4257	23.17**
Olgunlaştırma süreci (B)	2	1.8182	11.45**	4.2973	15.49**
AxB	8	0.1237	0.78	2.4901	8.98**
Hata	15	0.1588		0.2774	
Toplam	29				

**p<0.01; *p<0.05

Varyans Analizi sonuçlarına göre sucukların protein içerikleri üzerine alternatif kürlleme işlemi ve olgunlaştırma süreci etkilerinin istatistiki olarak önemli ($p<0.05$; $p<0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Alternatif kürlleme ajanı olarak melas ilave edilen sucuklar en yüksek (% 20.55) protein içeriğine sahip olmuşlardır. Diğer tüm grupların protein içerikleri % 19.70-

20.55 arasında değişim göstermiştir. Olgunlaştırma süreci boyunca sucukların nem miktarının azalmasına bağlı olarak toplam sucuk kütlesi azalmış ve protein içeriği oransal artış göstermiştir. Elde edilen sonuçlar, literatür ile uyumlu bulunmuştur (Gençcelep ve ark., 2007; Yıldız-Turp ve Serdaroğlu, 2008b).

Yıldız-Turp ve Serdaroğlu (2008a); sucukların protein içeriklerini % 21.8-26.6 olarak belirlemişlerdir.

Zorba (2011); sucuk üretiminde 60°C ve üzerindeki sıcaklıkların sucukların protein içeriğini oransal olarak arttırdığını belirlemiştir.

Savanović ve ark. (2014) sucuk örneklerinin protein içeriğini % 20.7-24.0 arasında belirlerken, Ünal (2017a); protein içeriğinin % 18.07-20.88 arasında değiştiğini rapor etmiştir.

Protein içerikleri bakımından sucuk örneklerimiz, literatür verileri ile uyumlu olmakla birlikte; “Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği”nde belirtilen “Sucukta toplam et proteini değeri kütlege en az % 16 olur” maddesini de karşılamaktadır (Anonim, 2018).

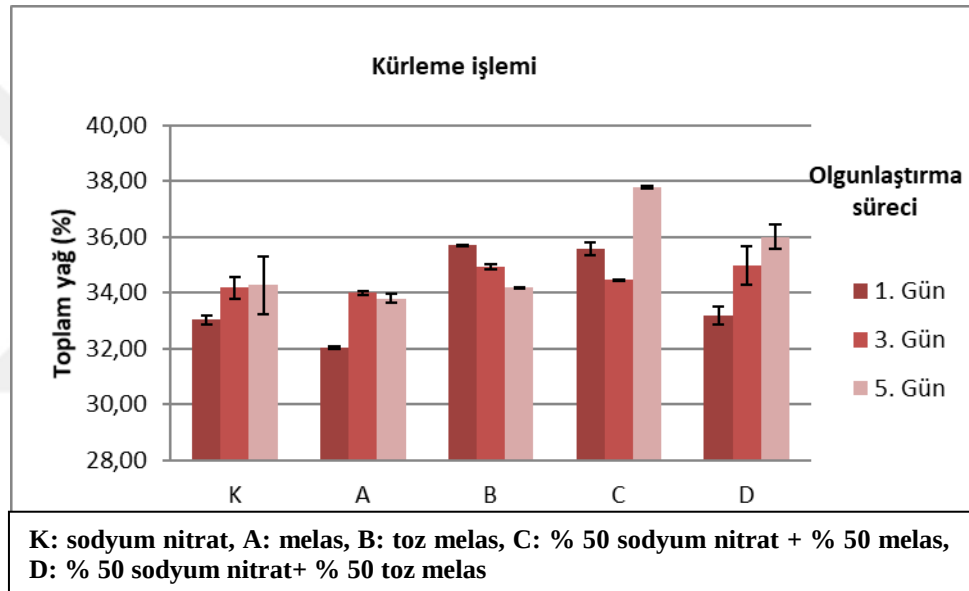
Çizelge 4.12. Farklı kütleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki ortalama protein ve toplam yağ içeriklerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kütleme işlemi (A)	n	Protein (%)	Toplam yağ (%)
K (sodyum nitrat)	6	19.70±0.17 ^b	33.82±0.38 ^{cd}
A (melas)	6	20.55±0.29 ^a	33.27±0.40 ^d
B (toz melas)	6	19.70±0.18 ^b	34.94±0.27 ^b
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	6	19.89±0.27 ^{ab}	35.94±0.62 ^a
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	6	20.16±0.11 ^{ab}	34.72±0.57 ^{bc}
Olgunlaştırma süreci (B)			
1. Gün	10	19.59±0.17 ^b	33.90±0.50 ^b
3. Gün	10	19.98±0.12 ^{ab}	34.51±0.18 ^b
5. Gün	10	20.44±0.17 ^a	35.21±0.52 ^a
AxB			
K x 1. Gün	2	19.26±0.07 ^a	33.02±0.17 ^{de}
K x 3. Gün	2	19.94±0.19 ^a	34.18±0.39 ^{bcd}
K x 5. Gün	2	19.91±0.34 ^a	34.27±1.03 ^{bcd}
A x 1. Gün	2	20.23±0.47 ^a	32.02±0.04 ^e
A x 3. Gün	2	20.25±0.63 ^a	33.99±0.06 ^{bcde}
A x 5. Gün	2	21.17±0.30 ^a	33.80±0.14 ^{cde}
B x 1. Gün	2	19.26±0.34 ^a	35.69±0.04 ^{abc}
B x 3. Gün	2	19.77±0.13 ^a	34.94±0.09 ^{bcd}
B x 5. Gün	2	20.09±0.05 ^a	34.20±0.01 ^{bcd}
C x 1. Gün	2	19.20±0.17 ^a	35.59±0.23 ^{bc}
C x 3. Gün	2	19.87±0.26 ^a	34.45±0.01 ^{bcd}
C x 5. Gün	2	20.59±0.21 ^a	37.78±0.06 ^a
D x 1. Gün	2	19.98±0.16 ^a	33.18±0.32 ^{de}
D x 3. Gün	2	20.08±0.14 ^a	34.97±0.69 ^{bcd}
D x 5. Gün	2	20.42±0.17 ^a	36.00±0.44 ^{ab}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki (p<0.05; p<0.01) olarak birbirinden farklıdır. Ortalama±standart hata

Varyans Analizi sonuçları incelendiğinde sucukların toplam yağ içeriklerinin alternatif kürleme işlemi, olgunlaştırma süreci ve kürleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksyonundan (AxB) istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) düzeyde etkilendiği görülmüştür.

% 50 sodyum nitrat + % 50 melas ilaveli sucukların (C grubu) en yüksek yağ içeriğine (% 35.94) sahip olduğu; sadece melas ilaveli sucukların ise en düşük (% 33.27) toplam yağ içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin 1. gününde en düşük (%33.90), 5. gününde ise en yüksek (%35.21) toplam yağ içeriği belirlenmiştir. Bu durumu, sucuk örneklerinin neminin azalması sonucunda oransal olarak toplam yağ içeriğinin artması ile açıklayabiliriz.



Şekil 4.3. Farklı kürleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksyonunun sucukların yağ (%) içeriklerine etkisi

Farklı kürleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksyonu için örneklerin ortalama toplam yağ içerikleri Şekil 4.3'te verilmiştir. Sucuk örneklerinin toplam yağ içeriği olgunlaştırma sürecinin başında % 32.02-35.69; sonunda % 33.80-37.78 aralığında belirlenmiştir.

Olgunlaştırma sürecinin başında (1. gün) ve sonunda (5. gün) en düşük toplam yağ içeriği melas ilave edilen sucuklarda belirlenmiştir. Toz melas ilave edilen sucukların toplam yağ içerikleri olgunlaştırma süreci boyunca azalmış olmakla birlikte 3. ve 5. günler arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir ($p>0.01$).

Ercoskun (2006); geleneksel yöntemle ürettiği sucukların toplam yağ içeriğini 0. günde % 25.54 ve 6. günde % 31.65 olarak bildirmiştir. Isıl işlem uygulayarak ürettiği sucukların toplam yağ içeriklerini ise 3. günde ısıl işlem öncesi % 29.03, ısıl işlem sonrası ise % 29.54 olarak belirlemiştir.

Sucuk üretiminde starter/biyokoruyucu kültür uygulamasının ve işlem süresinin etkilerinin belirlendiği bir çalışmada sucuk örneklerinin toplam yağ içerikleri; 0. günde % 17.83-18.80, 12. günde % 30.72-33.79 şeklinde bildirilmiştir (Yılmaz, 2019).

Toplam yağ içeriği açısından sucuk örneklerimizin sonuçları literatür bulgularıyla paralellik arz etmekle birlikte, farklı sonuçların rapor edildiği çalışmalar da mevcuttur. Bu durum, sucuk üretiminde formülasyona ilave edilen yağ ve diğer maddelerin miktarının ve uygulanan üretim yöntemlerinin farklı olmasından kaynaklanabilmektedir. Elde ettiğimiz sucukların Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2018/52)'nde belirtilen "Sucukta, yağ miktarının toplam et proteinine oranı 2.5'in altında olur" maddesine uygun olduğunu ifade edebiliriz (Anonim, 2018).

4.3.3. pH ve titrasyon asitliği tayini sonuçları

Farklı kütleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki pH ve titrasyon asitliği değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.13'te, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı kütleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki pH ve titrasyon asitliği miktarlarına ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	pH		Titrasyon asitliği	
		KO	F	KO	F
Kütleme işlemi (A)	4	0.06924	204.38**	0.010708	155.66**
Olgunlaştırma süreci (B)	2	3.06412	9044.15**	0.406307	5906.25**
AxB	8	0.01111	32.78**	0.005526	80.33**
Hata	15	0.00034		0.000069	
Toplam	29				

**p<0.01

Varyans Analizi sonuçlarına göre; sucukların pH değerlerinin, alternatif kütleme işlemi, olgunlaştırma süreci ve kütleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksiyonundan (AxB) istatistiki olarak çok önemli (p<0.01) düzeyde etkilendiği görülmüştür.

Çizelge 4.14. Farklı kürlleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki ortalama pH ve titrasyon asitliği (%) değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürlleme işlemi (A)	n	pH	Titrasyon asitliği (%)
K (sodyum nitrat)	6	5.698±0.158 ^a	0.801±0.047 ^d
A (melas)	6	5.440±0.214 ^c	0.877±0.084 ^b
B (toz melas)	6	5.472±0.205 ^{bc}	0.915±0.090 ^a
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	6	5.489±0.209 ^b	0.845±0.079 ^c
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	6	5.446±0.226 ^c	0.845±0.071 ^c
Olgunlaştırma süreci (B)			
1. Gün	10	6.146±0.011 ^a	0.629±0.006 ^c
3. Gün	10	5.236±0.043 ^b	1.012±0.023 ^a
5. Gün	10	5.145±0.046 ^c	0.929±0.021 ^b
AxB			
K x 1. Gün	2	6.195±0.015 ^a	0.658±0.003 ^h
K x 3. Gün	2	5.488±0.003 ^c	0.910±0.00 ^{ef}
K x 5. Gün	2	5.410±0.003 ^d	0.836±0.003 ^g
A x 1. Gün	2	6.113±0.008 ^b	0.612±0.001 ⁱ
A x 3. Gün	2	5.165±0.003 ^e	1.019±0.001 ^{bc}
A x 5. Gün	2	5.043±0.007 ^g	0.999±0.004 ^{cd}
B x 1. Gün	2	6.115±0.015 ^b	0.639±0.001 ^{hi}
B x 3. Gün	2	5.213±0.025 ^e	1.117±0.005 ^a
B x 5. Gün	2	5.087±0.007 ^{fg}	0.988±0.011 ^{cd}
C x 1. Gün	2	6.150±0.010 ^{ab}	0.611±0.005 ⁱ
C x 3. Gün	2	5.168±0.008 ^e	1.035±0.002 ^b
C x 5. Gün	2	5.150±0.003 ^{ef}	0.887±0.001 ^f
D x 1. Gün	2	6.157±0.003 ^{ab}	0.624±0.008 ⁱ
D x 3. Gün	2	5.143±0.014 ^{ef}	0.979±0.004 ^d
D x 5. Gün	2	5.037±0.030 ^g	0.934±0.015 ^e

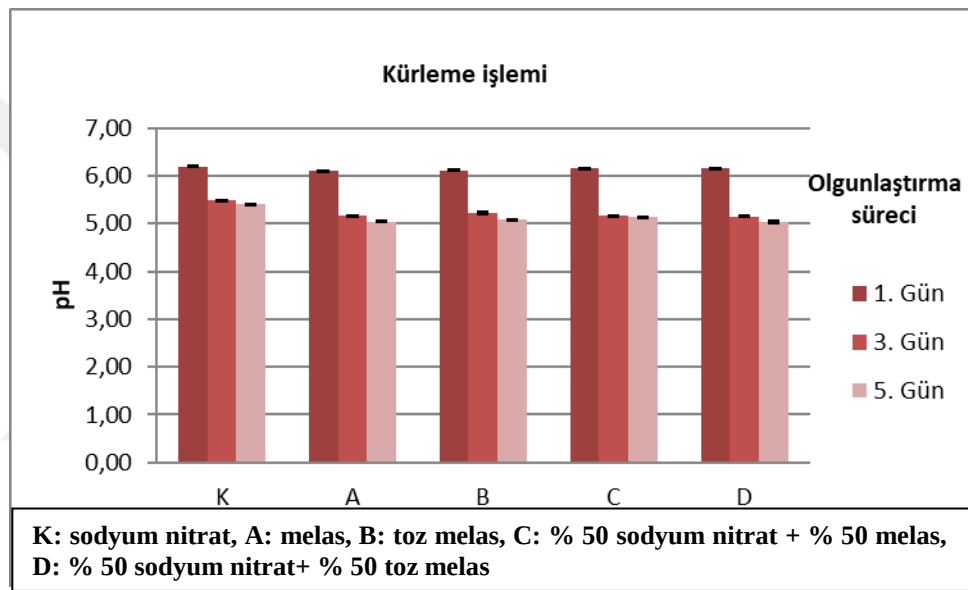
*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki (p<0.01) olarak birbirinden farklıdır.
Ortalama±standart hata

Sucukların ortalama pH değerleri olgunlaştırma sürecinin başında 6.146 iken; süreç ilerledikçe düşmeye devam etmiş ve 5. günde 5.145 olarak belirlenmiştir. Sucukların pH değerlerindeki düşüş, olgunlaştırma esnasında uygulanan fermentasyon sürecinden kaynaklanan bir durumdur. Sucuk hamuruna ilave edilen starter kültürlerin (laktik asit bakterilerinin) faaliyetleri sonucunda ortamdaki karbonhidratların fermentasyonu ile laktik asit konsantrasyonunun artışı sonucunda, sucuk pH'larının düşeceği bildirilmiştir (Incze, 1992; Bover-Cid ve ark., 2001b; Ammor ve Mayo, 2007). Olgunlaştırmanın ilk günlerinde pH'da meydana gelen düşüşün; patojen ve bozulmaya sebep olan istenmeyen mikroorganizmaların inaktive edilmesi, arzulanan rengin, lezzetin oluşması ve muhafazasıyla yüksek kalitede ve güvenli bir üretim için gerekli olduğu bildirilmiştir (Ilıkkın ve ark., 2009).

Sucuk örnekleri arasında en yüksek (5.698) pH kontrol grubunda (sodyum nitrat) belirlenirken, melas ve % 50 sodyum nitrat+% 50 toz melas ilaveli grupların (A

ve D grupları) ise en düşük (sırasıyla 5.440 ve 5.446) pH değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Sucuk üretiminde alternatif kürleme ajanı olarak sadece melas ve toz melasın kullanılması sebebiyle formülasyonda bir başka karbonhidrat kaynağı kullanılmamıştır (Çizelge 3.1.). Kontrol (sodyum nitrat) grubu sucukların formülasyonunda ilave karbonhidrat kaynağı bulunmamasından dolayı, fermantasyon sonucunda laktik asit oluşumu azalmış olup bu durum, kontrol grubu sucukların en yüksek pH değerlerine sahip olmasına sebep olmuştur.

Sucukların olgunlaştırma sürecindeki pH değişimlerine ait grafik Şekil 4.4'te verilmiştir. Tüm gruplar için olgunlaştırma sürecinin 1. gününde en yüksek pH değerleri belirlenmiş ve 5. güne kadar pH değerlerinde düzenli bir düşüş olduğu görülmüştür



Şekil 4.4. Farklı kürleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksiyonunun sucukların pH değerlerine etkisi

Kaban ve Kaya (2009); ürettikleri sucukların pH değerlerinin 5.08-5.67 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

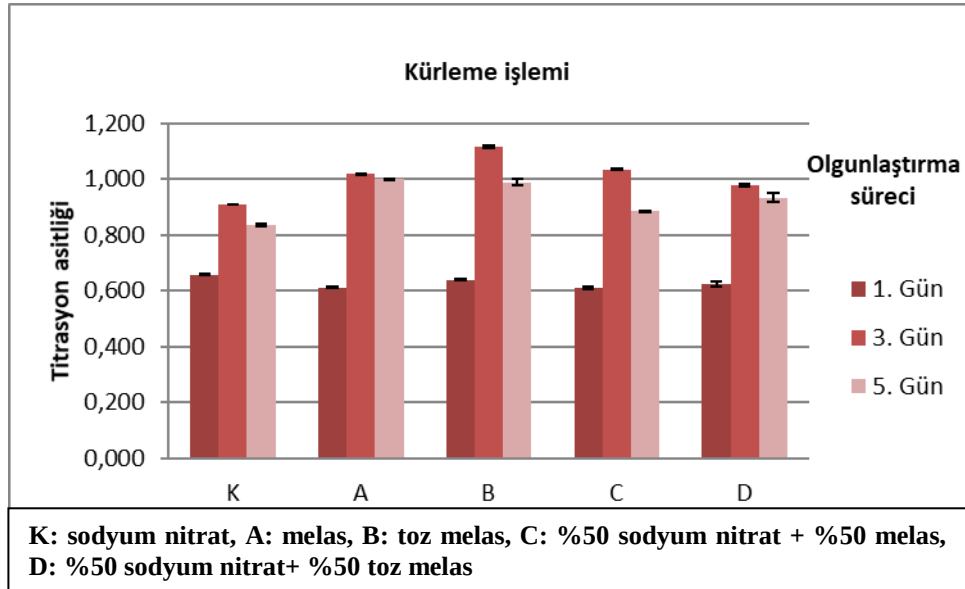
% 2.5 ve % 5 fındık yağı kullanılarak üretilen sucukların başlangıç pH değerlerinin; 6.17-6.18 olduğu, 15. günde ise; 4.99-5.01 seviyelerine indiği rapor edilmiştir (Ilıkkın ve ark., 2009).

Kargozari ve ark. (2014b); sucukların pH değerlerinin; başlangıçta 5.35 seviyelerinde olduğunu ve olgunlaştırmanın ilk üç gününde pH değerlerinde azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir. Çalışmada; başlangıç pH değerinin düşük olma sebebinin; sucuk üretiminde sığır eti yerine deve eti kullanılması olduğu ifade edilmiştir.

Çizelge 4.13'te verilen Varyans Analizi tablosuna göre; alternatif kürleme işlemi, olgunlaştırma süreci ve kürleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksiyonunun (AxB) sucukların titrasyon asitliği (% laktik asit) üzerine, istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) etkilerinin olduğu görülmüştür.

Toz melas ilaveli sucuklar en yüksek (% 0.915) laktik asit içeriğine sahip iken, en düşük (% 0.801) laktik asit içeriği, Kontrol grubu sucuklarda belirlenmiştir. Bu durumu; Kontrol grubu sucukların formülasyonunda sucuk hamuruna herhangi bir karbonhidrat kaynağı ilave edilmemesiyle açıklayabiliriz. Olgunlaştırma sürecinin 1. gününde en düşük (% 0.629) seviyede olan laktik asit içeriği, fermantasyon sırasında starter kültürlerin ortamdaki karbonhidratları fermente ederek laktik asit üretmesine bağlı olarak 3. günde artış (% 1.012) göstermiştir. Oluşan laktik asit, sucuk pH'larını arzu edilen 5.3-5.4 seviyelerine getirdikten sonra kurutma evresine geçilmesi sonucunda, laktik asit bakterileri faaliyetlerine devam edemediklerinden laktik asit içeriği; 5. günde 3. güne kıyasla azalmıştır ($p<0.01$).

Sucukların olgunlaştırma sürecindeki laktik asit içerikleri; Şekil 4.5'te verilmiş olup tüm grupların laktik asit içeriklerinin 1. günde en düşük, 3. günde ise en yüksek seviyede oldukları tespit edilmiştir. 5. günde tüm grupların laktik seviyelerinde kısmi bir düşüş meydana gelmiştir.



Şekil 4.5. Farklı kürleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksiyonunun sucukların titrasyon asitliği (% laktik asit) değerlerine etkisi

Sucuk örneklerinin asitlik değerinin 1.36-1.68 aralığında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Candoğan, 2000).

Sucuk üretiminde biberiye, biberiye ekstraktı ve α - tokoferolün kullanıldığı bir çalışmada; olgunlaşmanın başlangıcında titrasyon asitliği % 0.148-% 0.165 arasında iken; olgunlaşmanın sonu olan 12. günde % 0.961-% 0.986 arasında tespit edilmiştir (Gök, 2006).

Ensoy ve ark. (2010); sucukların asitlik değerini 1.55-1.58 aralığında belirlemişlerdir.

Sucuk örneklerimizin titrasyon asitliği değerlerinin literatür verilerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durumu; çalışmalarda kullanılan karbonhidrat kaynağının çeşit ve miktarının, ortamda doğal olarak bulunan mikroorganizmaların, kullanılan starter kültür ve miktarının, fermentasyon ve kurutma şartları, kullanılan kılıf çapı gibi üretim koşullarının farklı olması şeklinde açıklayabiliriz. .

4.3.4. Renk analizi sonuçları

4.3.4.1. Dış kesit yüzeyi renk analizi sonuçları

Farklı kütleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki dış kesit yüzeylerinin renk parametrelerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.15'te, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4. 15. Farklı kütleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecinde dış kesit yüzeylerinin renk parametrelerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	<i>L*</i>			<i>a*</i>		<i>b*</i>	
	SD	KO	F	KO	F	KO	F
Kütleme işlemi (A)	4	18.183	28.35**	10.049	13.98**	6.890	5.02**
Olgunlaştırma süreci (B)	2	28.875	45.01**	67.760	94.29**	162.276	118.19**
A x B	8	2.870	4.47**	4.473	6.22**	4.858	3.54*
Hata	15	0.641		0.719		1.373	
Toplam	29						

**p<0.01; p<0.05

Varyans Analizi sonuçlarına göre; olgunlaştırma sürecinde sucuk örneklerinin dış kesit yüzeylerinin renk parametreleri (*L**, *a** ve *b**) üzerinde kütleme işlemi, olgunlaştırma süreci ve kütleme işlemi x olgunlaştırma süreci etkileşimi (AxB) etkilerinin istatistiksel olarak önemli (p<0.01; p<0.05) düzeyde olduğu bulunmuştur.

Olgunlaştırma sürecinde en yüksek (36.15) L^* (parlaklık) değeri melas ilaveli örneklerde belirlenmiş olup, en düşük L^* değerinin ise toz melas ilaveli sucuklara ait olduğu bulunmuştur. Sucuk örnekleri a^* (kırmızılık) renk parametresi bakımından incelediğinde en yüksek değerler sırasıyla D, B, C ve K gruplarında belirlenmiş olup söz konusu dört gruptaki örneklerin kırmızılık değerleri arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir ($p>0.05$). B grubu (toz melas ilaveli) sucukların b^* (sarılık) renk parametresi açısından diğer gruplardan daha yüksek (11.70) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı kütleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki dış kesit yüzeylerinin ortalama L^* , a^* ve b^* renk değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

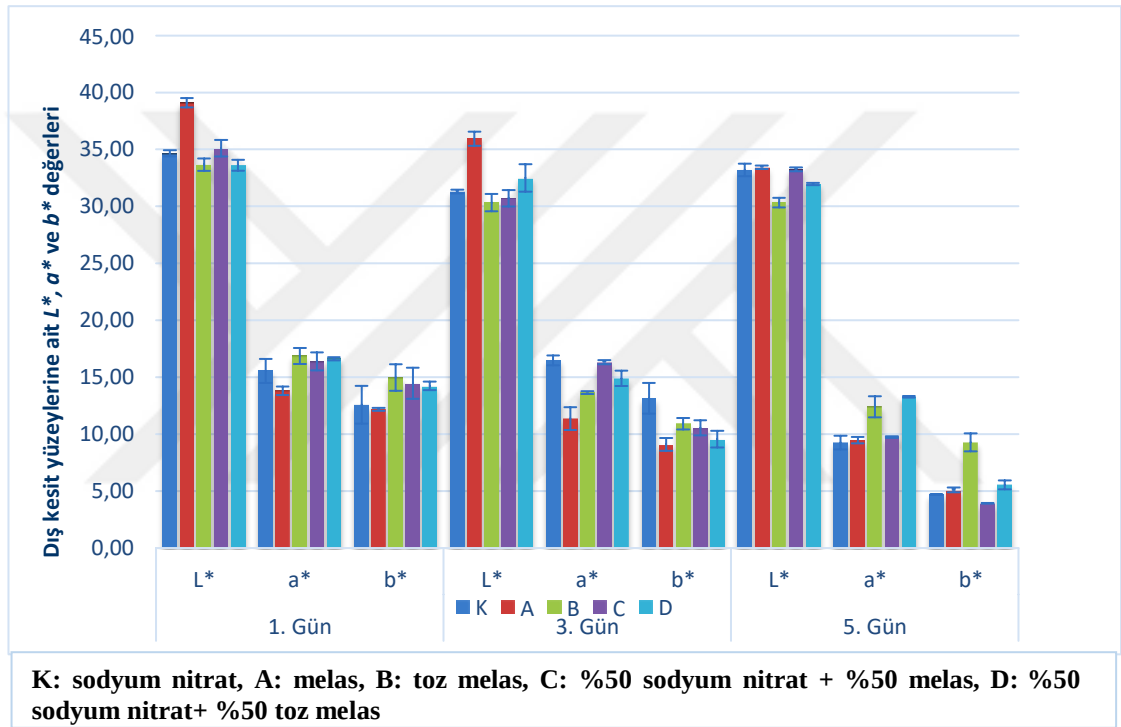
Kütleme işlemi (A)	n	L^*	a^*	b^*
K (sodyum nitrat)	6	33.05±0.63 ^b	13.76±1.47 ^a	10.14±1.81 ^{ab}
A (melas)	6	36.15±1.05 ^a	11.54±0.84 ^b	8.78±1.31 ^b
B (toz melas)	6	31.43±0.75 ^c	14.29±0.89 ^a	11.70±1.14 ^a
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	6	33.01±0.85 ^b	14.14±1.41 ^a	9.64±1.98 ^{ab}
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	6	32.68±0.45 ^{bc}	14.92±0.64 ^a	9.76±1.61 ^{ab}
Olgunlaştırma süreci (B)				
1. Gün	10	35.22±0.69 ^a	15.84±0.44 ^a	13.68±0.52 ^a
3. Gün	10	32.15±0.72 ^b	14.53±0.67 ^b	10.64±0.54 ^b
5. Gün	10	32.43±0.41 ^b	10.82±0.58 ^c	5.70±0.63 ^c
AxB				
K x 1. Gün	2	34.66±0.27 ^{bc}	15.55±1.06 ^{abc}	12.59±1.66 ^{ab}
K x 3. Gün	2	31.31±0.17 ^{de}	16.48±0.43 ^{ab}	13.14±1.34 ^{ab}
K x 5. Gün	2	33.20±0.55 ^{bcde}	9.25±0.60 ^e	4.70±0.02 ^{de}
A x 1. Gün	2	39.09±0.41 ^a	13.79±0.38 ^{abcd}	12.18±0.13 ^{ab}
A x 3. Gün	2	35.94±0.61 ^{ab}	11.36±1.00 ^{de}	9.09±0.57 ^{bcd}
A x 5. Gün	2	33.42±0.15 ^{bcde}	9.46±0.28 ^e	5.08±0.21 ^{cde}
B x 1. Gün	2	33.65±0.56 ^{bcd}	16.85±0.70 ^a	14.96±1.16 ^a
B x 3. Gün	2	30.32±0.77 ^e	13.64±0.13 ^{abcd}	10.89±0.50 ^{ab}
B x 5. Gün	2	30.32±0.43 ^e	12.38±0.92 ^{cde}	9.27±0.79 ^{bcd}
C x 1. Gün	2	35.10±0.73 ^{bc}	16.38±0.79 ^{ab}	14.46±1.36 ^a
C x 3. Gün	2	30.70±0.72 ^{de}	16.30±0.19 ^{ab}	10.53±0.66 ^{ab}
C x 5. Gün	2	33.24±0.17 ^{bcde}	9.74±0.07 ^e	3.92±0.03 ^e
D x 1. Gün	2	33.60±0.48 ^{bcd}	16.61±0.14 ^{ab}	14.22±0.37 ^a
D x 3. Gün	2	32.48±1.20 ^{cde}	14.88±0.68 ^{abc}	9.54±0.74 ^{bc}
D x 5. Gün	2	31.96±0.11 ^{cde}	13.26±0.07 ^{bcd}	5.52±0.40 ^{cde}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki ($p<0.01$; $p<0.05$) olarak birbirinden farklıdır. Ortalama±standart hata

Olgunlaştırma sürecinin 1. gününde belirlenen L^* , a^* ve b^* değerleri, en yüksek değerler olup sırasıyla; 35.22, 15.84 ve 13.68 olarak belirlenmiştir. Örneklerin L^* , a^* ve b^* değerlerinin 3. ve 5. günlerde olgunlaştırma sürecinin başlangıcına kıyasla daha düşük olduğu, 3. ve 5. günler için L^* değerleri arasındaki farkın ise önemsiz ($p>0.05$) olduğu bulunmuştur. Sucuk örneklerinin L^* (parlaklık) değerinde görülen azalmanın, oksidasyona bağlı reaksiyonlardan kaynaklandığı bildirilmiştir (Bozkurt ve Bayram, 2006). Olgunlaştırma sürecinde sucukların a^* (kırmızılık) değerinde görülen azalma, myogloblin, nitrozomyogloblin ve oksimiyogloblin gibi renk oluşumundan sorumlu

yapıların kısmen veya tamamen denatüre olması ile ilişkilendirilmiştir (Pérez-Alvarez ve ark., 1999). Benzer şekilde; yapılan bir çalışmada da fermente et ürünlerinin a^* değerinin azaldığı ve bu azalmanın da pH, sıcaklık, pigment konsantrasyonu, bağıl nem gibi faktörlere bağlı olduğu bildirilmiştir (Ercoşkun, 2006). Aynı çalışmada üretilen sucukların L^* değerinin 48.45-43.66, a^* değerinin 16.81-18.35 ve b^* değerinin 18.33-17.23 aralığında olduğu belirlenmiştir.

Şekil 4.6'da sucuk örneklerinin olgunlaştırma sürecinde renk parametrelerinde meydana gelen değişim gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Farklı kürlenme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksiyonunun sucukların dış kesit L^* , a^* ve b^* renk değerlerine etkisi

Yapılan bir çalışmada; sucukların L^* değerinin, 3. günde 37.9 ile 41.9; 9. günde 38.7-44.0, 14. günde 35.6-42.9 arasında değişim gösterdiği bildirilmiş olup a^* değerleri ise 3. günde 16.3-18.3 arasında, 9. günde 10.8-18.5 ve 14. günde 8.9-17.7 arasında belirlenmiştir. Örneklerin b^* değerlerinde ise önemli farklılıklar görülmediği ve 14 günlük olgunlaştırma sürecinde b^* değerlerinin 11.1-14.7 arasında olduğu rapor edilmiştir (Kaban, 2007).

Ünal (2017b); farklı hayvansal yağ ve baharat ilavesi ile ürettiği sucukların dış kesit yüzeylerine ait L^* , a^* ve b^* renk değerlerini; 30.86-39.23, 15.54-19.33 ve 8.22-22.07 olarak bildirmiştir.

4.3.4.2. İç kesit yüzeyi renk analizi sonuçları

Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki iç kesit yüzeylerinin renk parametrelerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4. 17’de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecinde iç kesit yüzeylerinin renk parametrelerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	<i>L*</i>			<i>a*</i>		<i>b*</i>	
	SD	KO	F	KO	F	KO	F
Kürleme işlemi (A)	4	6.6693	8.05**	3.8374	23.16**	1.6440	4.71*
Olgunlaştırma süreci (B)	2	14.1415	17.07**	4.4005	26.56**	7.8917	22.60**
A x B	8	0.9625	1.16	2.1074	12.72**	3.0640	8.78**
Hata	15	0.8286		0.1657		0.3491	
Toplam	29						

**p<0.01; p<0.05

Çizelge 4.17’de verilen Varyans Analizi sonuçları incelendiğinde; sucukların olgunlaştırma sürecinde iç kesit yüzeylerinin renk parametreleri (*L**, *a** ve *b**) üzerinde alternatif kürleme işlemi ve olgunlaştırma sürecinin, istatistiki olarak önemli (p<0.01; p<0.05) düzeyde etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca *a** ve *b** değerlerinin kürleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksyonundan (AxB) istatistiki olarak çok önemli (p<0.01) düzeyde etkilendiği tespit edilmiştir.

B, C ve D grubu sucukların; en yüksek *L** değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir. En düşük *L** değeri ise K (kontrol) grubu sucuklarda tespit edilmiştir. *a** değeri açısından sucuklar incelendiğinde; en yüksek değerlerin K, C ve D gruplarında olduğu görülmüştür. B grubu sucuklar; en düşük (15.62) *b** değerine sahip olup, K (kontrol) grubu sucuklar ise en yüksek (16.86) *b** değeri göstermişlerdir.

Çizelge 4.18. Farklı kütleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki iç kesit yüzeylerinin ortalama L^* , a^* ve b^* renk değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

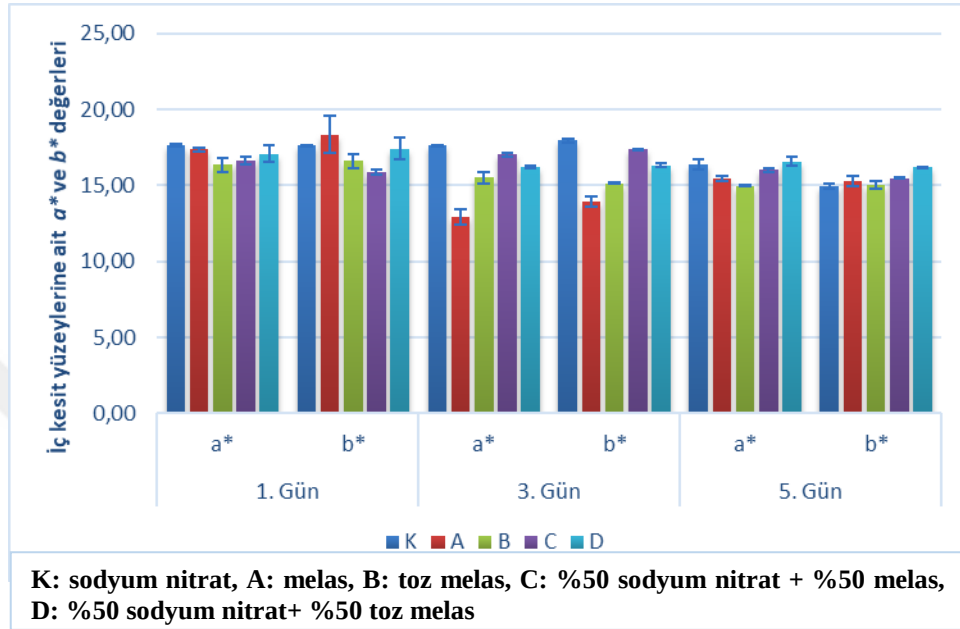
Kütleme işlemi (A)	n	L^*	a^*	b^*
K (sodyum nitrat)	6	43.36±0.59 ^b	17.21±0.28 ^a	16.86±0.60 ^a
A (melas)	6	44.88±0.73 ^{ab}	15.25±0.82 ^b	15.85±0.90 ^{ab}
B (toz melas)	6	46.19±0.70 ^a	15.62±0.30 ^b	15.62±0.35 ^b
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	6	45.19±0.34 ^a	16.56±0.20 ^a	16.24±0.37 ^{ab}
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	6	45.54±0.35 ^a	16.62±0.23 ^a	16.66±0.31 ^{ab}
Olgunlaştırma süreci (B)				
1. Gün	10	43.74±0.48 ^b	17.02±0.20 ^a	17.18±0.36 ^a
3. Gün	10	45.28±0.43 ^a	15.85±0.55 ^b	16.15±0.49 ^b
5. Gün	10	46.08±0.33 ^a	15.88±0.21 ^b	15.41±0.16 ^c
AxB				
K x 1. Gün	2	42.02±0.41 ^a	17.65±0.06 ^a	17.63±0.04 ^{abc}
K x 3. Gün	2	43.03±0.15 ^a	17.62±0.06 ^{ab}	17.98±0.13 ^{ab}
K x 5. Gün	2	45.02±0.65 ^a	16.37±0.32 ^{abcd}	14.97±0.18 ^{fg}
A x 1. Gün	2	42.71±0.74 ^a	17.36±0.15 ^{ab}	18.35±1.24 ^a
A x 3. Gün	2	46.14±0.37 ^a	12.93±0.48 ^e	13.92±0.33 ^g
A x 5. Gün	2	45.80±0.46 ^a	15.46±0.14 ^{cd}	15.29±0.32 ^{cdefg}
B x 1. Gün	2	44.77±1.52 ^a	16.36±0.48 ^{abcd}	16.62±0.47 ^{abcdef}
B x 3. Gün	2	46.15±0.90 ^a	15.51±0.41 ^{cd}	15.16±0.01 ^{defg}
B x 5. Gün	2	47.65±0.28 ^a	14.98±0.02 ^d	15.07±0.26 ^{etg}
C x 1. Gün	2	44.54±0.74 ^a	16.63±0.23 ^{abc}	15.85±0.17 ^{bcdefg}
C x 3. Gün	2	45.24±0.16 ^a	17.02±0.11 ^{abc}	17.37±0.07 ^{abcde}
C x 5. Gün	2	45.80±0.58 ^a	16.01±0.13 ^{bcd}	15.50±0.01 ^{cdefg}
D x 1. Gün	2	44.66±0.36 ^a	17.08±0.55 ^{abc}	17.43±0.69 ^{abcd}
D x 3. Gün	2	45.84±0.54 ^a	16.19±0.08 ^{abcd}	16.33±0.15 ^{abcdef}
D x 5. Gün	2	46.11±0.44 ^a	16.59±0.27 ^{abcd}	16.21±0.05 ^{abcdefg}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî ($p<0.01$; $p<0.05$) olarak birbirinden farklıdır. Ortalama±standart hata

Olgunlaştırma süreci ilerledikçe örneklerin L^* değerinde artış gözlenmiş, en yüksek değer (46.08) 5. günde tespit edilmiş olup, örneklerin 3. ve 5. günlere ait L^* değerleri arasındaki fark ise önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Olgunlaştırma sürecinin ilk 3 gününde sucukların L^* değerinde görülen bu artış fermentasyon sırasında ortamın nisbi neminin çok yüksek olması, dolayısıyla nem absorpsiyonunun meydana gelmesi ile açıklanabilir (Baka ve ark., 2011). Sucukların 3. ve 5. günlere ait a^* değerleri arasındaki fark önemsiz ($p>0.05$) olup olgunlaştırma sürecinin 1. günüyle kıyaslandığında çok önemli ($p<0.01$) bir düşüş olduğu görülmüştür. Sucukların b^* değerlerinde olgunlaştırma süreci ilerledikçe düşüş gözlenmiş olup, başlangıçta 17.18 olan b^* değeri, 5. günde 15.41 olarak belirlenmiştir. Benzer sonuçlar Sadullahoğlu (2010)'nın çalışmasında da elde edilmiş olup, sucukların olgunlaştırma süresince b^* değerinin 24.66'dan 13.11'e düştüğü bildirilmiştir. Sucukların b^* değerinde meydana gelen düşüşün, çeşitli nedenlerinin olduğu ve bu nedenlerin esmerleşme reaksiyonları sonucunda kahverengi rengin oluşumu (Bozkurt ve Bayram, 2006; Çoksever, 2009), ortamdaki mikroorganizmalar tarafından oksijenin tüketilmesi sonucu oksimiyoglobinin

azalması ve sarı renkte gözlenen düşüşten (Pérez-Alvarez ve ark., 1999) kaynaklanmış olabileceği bildirilmiştir.

Sucuk örneklerine ait iç kesit a^* ve b^* değerlerinin olgunlaştırma sürecindeki değişimleri Şekil 4.7’de gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Farklı kürleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksiyonunun sucukların iç kesit a^* ve b^* renk değerlerine etkisi

Sadullohoğlu (2010); öğütülmüş çeşitli bitki tohumlarının sucukların L^* değerlerinde zamana bağlı olarak nem kaybıyla birlikte düşüş meydana getirdiğini, a^* ve b^* değerlerinin ise önce arttığını, daha sonra azaldığını bildirmiştir. Ayrıca en yüksek a^* ve b^* değerlerinin, öğütülmüş keten tohumu katılan sucuklardan elde edildiğini bildirmiştir.

Sucuk üretiminde bazı doğal antioksidanların kullanıldığı çalışmada; olgunlaştırma sürecinin 7. gününe kadar L^* ve a^* değerinin arttığı, daha sonra L^* değerinin azaldığı, bu süreçte b^* değerinin ise azaldığı tespit edilmiştir (Gök ve ark., 2011).

Sucuk örneklerinin iç kesit yüzeylerinin L^* , a^* ve b^* değerlerinin sırasıyla; 45.61-50.97, 16.40-19.18 ve 18.87-25.33 aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Ünal, 2017b).

4.3.5. Nitrozomyoglobin tayini sonuçları

Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki nitrozomyoglobin içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.19’da, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecinde nitrozomyoglobin içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	KO	F
Kürleme işlemi (A)	4	36.215	45.88**
Olgunlaştırma süreci (B)	1	256.078	324.45**
AxB	4	34.698	43.96**
Hata	10	0.789	
Toplam	19		

**p<0.01

Varyans Analizi sonuçları incelendiğinde; sucuklarda nitrozomyoglobin oluşumunda, alternatif kürleme işlemi, olgunlaştırma süreci ve kürleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksyonunun etkileri istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur.

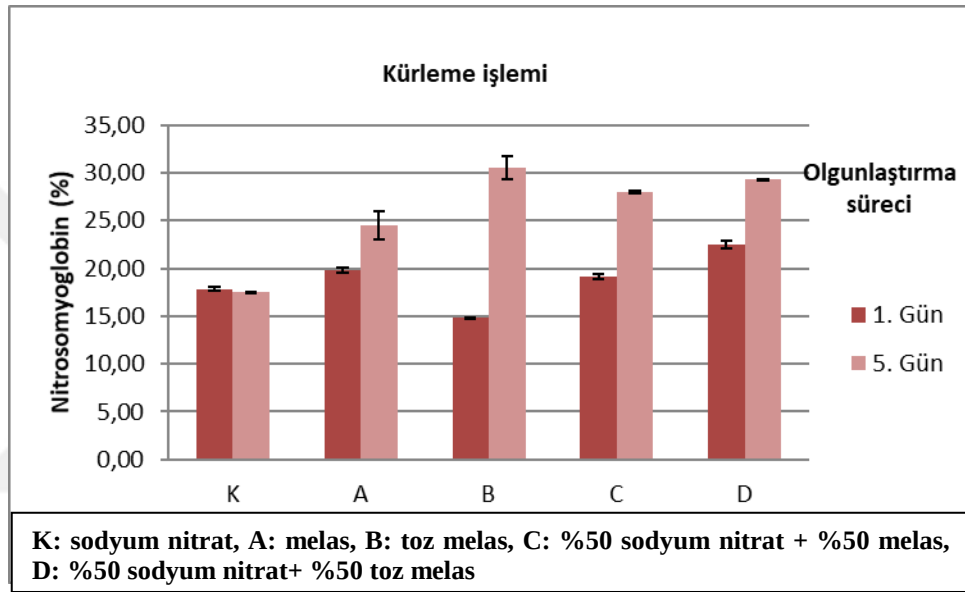
Çizelge 4.20. Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki ortalama nitrozomyoglobin içeriklerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme işlemi (A)	n	Nitrozomyoglobin (%)
K (sodyum nitrat)	4	17.66±0.12 ^c
A (melas)	4	22.13±1.49 ^b
B (toz melas)	4	22.69±4.58 ^b
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	4	23.57±2.55 ^b
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	4	25.89±1.97 ^a
Olgunlaştırma süreci (B)		
1. Gün	10	18.81±0.84 ^b
5. Gün	10	25.97±1.59 ^a
AxB		
K x 1. Gün	2	17.82±0.18 ^{ef}
K x 5. Gün	2	17.50±0.08 ^{ef}
A x 1. Gün	2	19.78±0.31 ^{de}
A x 5. Gün	2	24.48±1.45 ^{bc}
B x 1. Gün	2	14.81±0.09 ^f
B x 5. Gün	2	30.56±1.21 ^a
C x 1. Gün	2	19.15±0.23 ^{de}
C x 5. Gün	2	27.99±0.19 ^{ab}
D x 1. Gün	2	22.49±0.38 ^{cd}
D x 5. Gün	2	29.29±0.04 ^a

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki ($p<0.01$) olarak birbirinden farklıdır. Ortalama±standart hata

Çizelge 4.20’ye göre; D grubu (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas) sucukların en yüksek (%25.89) nitrozomyoglobin içeriğine, K (kontrol) grubu sucukların ise en

düşük (%17.66) nitrozomyoglobin içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. A, B ve C grubu sucukların ise nitrozomyoglobin içerikleri arasındaki fark istatistiki olarak önemli ($p>0.05$) düzeyde bulunmamıştır. Sucuk örneklerinde alternatif kürleme ajanı olarak melas/toz melas ilavesinin daha fazla nitrozomyoglobin oluşumuna sebep olduğu tespit edilmiştir. Kürleme ajanı olarak doğal kaynaklardan elde edilen nitrat/nitritin, nitrosilhemokrom, toplam pigment ve renk oluşumu gibi değerlerinin daha yüksek olmasını sağladığı bildirilmiştir (Choi ve ark., 2020; Jeong ve ark., 2020a). Olgunlaştırma sürecinin başında % 18.81 olan nitrozomyoglobin içeriği, 5. güne kadar geçen sürede önemli ölçüde artmış ve %25.97 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.8. Farklı kürleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksiyonunun sucukların nitrozomyoglobin (%) içeriklerine etkisi

Şekil 4.8’de farklı kürleme işlemi uygulanarak üretilen sucukların nitrozomyoglobin içerikleri üzerine kürleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksiyonunun etkileri görülmektedir. Kontrol grubu (K) sucukların nitrozomyoglobin içerikleri, olgunlaştırma süreci boyunca artış göstermezken, diğer tüm grupların nitrozomyoglobin içeriklerinin süreç ilerledikçe arttığı belirlenmiş olup, bu artış en fazla B grubu (toz melas ilaveli) sucuklarda meydana gelmiştir.

Ette bulunan renk pigmenti myoglobinin, kürleme ajanı olarak sucuk formülasyonlarına ilave edilen nitrat veya nitritin indirgenmesi sonucu oluşan nitrik oksitle reaksiyonu sonucunda, nitrozomyoglobin oluştuğu bildirilmiştir (Vural ve Öztan, 1992). Nitrozomyoglobin oluşumunda; etin myoglobin içeriği (Wirth, 1986), pH (Bischoff ve ark., 1982), starter kültür kullanımı (Lücke, 1985) , kullanılan nitrat/nitrit

miktarı (Wirth, 1986), askorbik asit ve tuzları şeklinde kürlleme yardımcı maddelerinin kullanımı (Ranken, 1981), ışık (Demasi ve ark., 1989) ve oksijen (Lücke, 1985) gibi çeşitli faktörlerin etkili olduğu belirtilmiştir.

Çeşitli sebze tozlarının alternatif kürlleme ajanı olarak kullanıldığı bir çalışmadan elde edilen sucuklarda nitrozomyoglobin içeriklerinin üretim sürecinin başında; % 16.02 olduğu, üretim sürecinin sonu olan 7. günde ise bu miktarın % 25.22'ye yükseldiği bildirilmiştir (Babaoğlu, 2020).

4.3.6. Kalıntı nitrat ve kalıntı nitrit tayini sonuçları

Farklı kürlleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki kalıntı nitrat ve kalıntı nitrit içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.21'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Farklı kürlleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki kalıntı nitrat ve kalıntı nitrit içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	Kalıntı nitrat		Kalıntı nitrit	
		KO	F	KO	F
Kürlleme işlemi (A)	4	392.36	114.71**	1.01008	13.20**
Olgunlaştırma süreci (B)	2	4494.85	1314.10**	2.67408	34.95**
AxB	8	113.79	33.27**	0.50494	6.60**
Hata	15	3.42		0.07651	
Toplam	29				

**p<0.01

Varyans Analizi sonuçlarına göre; sucukların olgunlaştırma sürecindeki kalıntı nitrat içerikleri üzerine alternatif kürlleme işlemi, olgunlaştırma süreci ve kürlleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksiyonun etkilerinin istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.22. Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki ortalama kalıntı nitrat ve kalıntı nitrit içeriklerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme işlemi (A)	n	Kalıntı nitrat (ppm)	Kalıntı nitrit (ppm)
K (sodyum nitrat)	6	34.35±10.72 ^c	4.105±0.28 ^b
A (melas)	6	52.59±4.78 ^a	4.722±0.21 ^a
B (toz melas)	6	53.06±5.70 ^a	4.800±0.22 ^a
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	6	50.20±8.04 ^a	4.985±0.29 ^a
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	6	42.01±9.83 ^b	5.197±0.31 ^a
Olgunlaştırma süreci (B)			
1. Gün	10	70.81±1.12 ^a	4.165±0.04 ^b
3. Gün	10	36.29±4.09 ^b	5.040±0.28 ^a
5. Gün	10	32.22±3.19 ^c	5.080±0.15 ^a
AxB			
K x 1. Gün	2	68.25±0.20 ^{ab}	4.100±0.03 ^{ef}
K x 3. Gün	2	17.82±0.44 ^g	3.490±0.05 ^f
K x 5. Gün	2	16.97±0.51 ^g	4.725±0.66 ^{bcde}
A x 1. Gün	2	66.88±2.26 ^b	4.130±0.06 ^{def}
A x 3. Gün	2	49.16±1.72 ^c	5.215±0.04 ^{abcd}
A x 5. Gün	2	41.72±0.82 ^{de}	4.820±0.23 ^{bcde}
B x 1. Gün	2	70.38±1.40 ^{ab}	4.135±0.07 ^{def}
B x 3. Gün	2	48.50±1.17 ^{cd}	5.210±0.10 ^{abcd}
B x 5. Gün	2	40.31±0.59 ^e	5.055±0.07 ^{abcde}
C x 1. Gün	2	75.50±0.08 ^a	4.100±0.03 ^{ef}
C x 3. Gün	2	38.84±1.00 ^e	5.245±0.08 ^{abc}
C x 5. Gün	2	36.25±2.23 ^e	5.610±0.03 ^{ab}
D x 1. Gün	2	73.03±0.06 ^{ab}	4.360±0.03 ^{cdef}
D x 3. Gün	2	27.15±0.80 ^f	6.040±0.13 ^a
D x 5. Gün	2	25.87±2.48 ^f	5.190±0.20 ^{abcde}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki (p<0.01) olarak birbirinden farklıdır.
Ortalama±standart hata

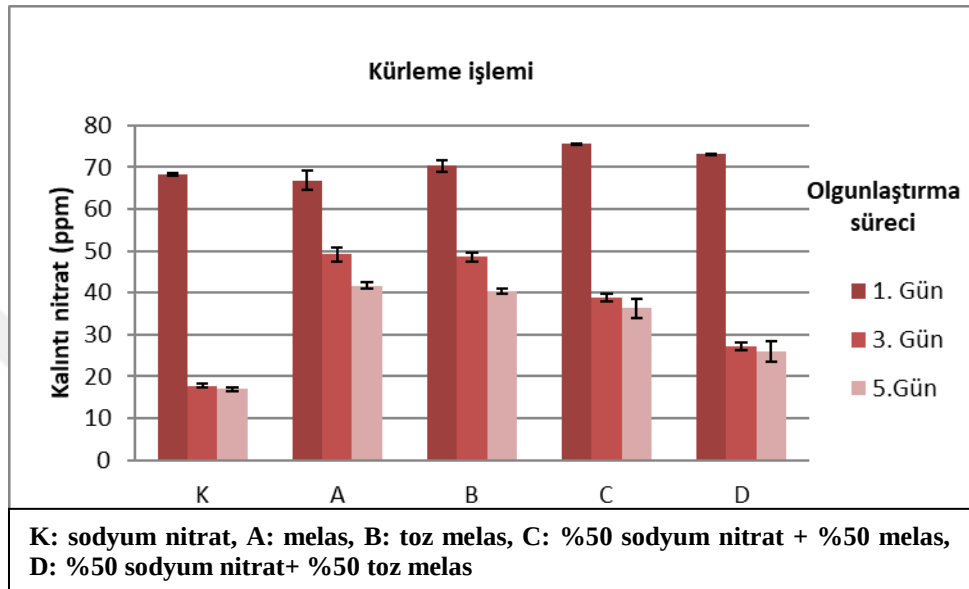
Olgunlaştırma süreci boyunca en düşük (34.35 ppm) kalıntı nitrat içeriği K (kontrol) grubu sucuklarda belirlenmiştir. Melas (A grubu), toz melas (B grubu) ve % 50 sodyum nitrat + % 50 melas ilaveli (C grubu) sucukların ise sırasıyla; 52.59, 53.06 ve 50.20 ppm kalıntı nitrat içerdikleri ve aralarındaki farkın da istatistiki olarak önemli olmadığı (p>0.05) belirlenmiştir.

Olgunlaştırma sürecinin 1. gününde 70.81 ppm olan kalıntı nitrat içeriği, 5. günde 32.22 ppm seviyesine inmiştir. Sucuk üretiminde kullanılan starter kültürün faaliyetleri sonucunda; nitrat nitrite, nitrit de nitrik oksite indirgenmiş ve dolayısıyla kalıntı nitrat içeriği olgunlaştırma sürecinde çok önemli ölçüde azalmıştır (p<0.01).

K (kontrol) grubu sucuk örneklerinin, alternatif kürleme işlemi uygulanmış sucuk örneklerinden daha düşük miktarda kalıntı nitrat içermesi; kontrol grubu sucuk örneklerinin pH değerinin, diğer gruplardan daha yüksek olması ile açıklanabilir. Melas veya toz melasın kullanıldığı gruplarda düşük pH değerinin nitrat redüktaz aktivitesine sahip starter kültürlerin çalışmasını engellediği ve böylece kalıntı nitrat miktarının daha yüksek olmasına yol açmış olabileceği düşünülmektedir. Eisinaite ve ark. (2020);

benzer bir sonuç elde etmişlerdir. Kullanılan nitrat kaynağına bağlı olmaksızın (sentetik veya dondurularak kurutulmuş kereviz tozu) düşük pH değerlerinde nitratı indirgeyen bakterilerin inhibe olduklarını ve son üründe daha yüksek kalıntı nitrat bulunduğunu bildirmişlerdir.

Şekil 4.9’da farklı kütleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma süreci boyunca kalıntı nitrat içeriklerindeki değişim görülmektedir.



Şekil 4.9. Farklı kütleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksyonunun sucukların kalıntı nitrat (ppm) içeriklerine etkisi

Sucuk üretiminde kütleme ajanı olarak nitrit ve nitrat kullanımına alternatif olarak kurutulmuş dereotu, ıspanak, maydanoz ve pazı tozu kullanımının araştırıldığı bir çalışmada, üretim sürecinin sonunda dereotu tozu ilaveli sucukların 41.49 ppm, maydanoz tozu ilaveli sucukların 28.57 ppm, pazı tozu ilaveli sucukların 16.98 ppm ve ıspanak tozu ilaveli sucukların ise 9.52 ppm kalıntı nitrat içerdikleri rapor edilmiştir. Ayrıca, bu çalışmada kontrol grubu olarak belirlenen nitrat ve nitrit ilaveli sucukların ise sırasıyla; 19.89 ve 30.90 ppm kalıntı nitrat içerdikleri belirlenmiştir (Babaoğlu, 2020).

Doğal alternatif kütleme ajanı olarak turp ve pancar tozu, fermente ve kuru sosise üretiminde kullanılmıştır. 150 ppm sodyum nitrit/150 ppm sodyum nitrat içeren örneklerin üretim süreci boyunca; 16.22-40.41 ppm, % 1 turp tozu içeren örneklerin ise; 17.76-423.58 ppm kalıntı nitrat içerdikleri, buna karşılık % 0.5 turp tozu içeren örneklerin 0. günde; 208.87 ppm, 7. günde; 4.44 ppm, % 1 pancar tozu içeren örneklerin 0. günde; 208.70, 7. günde; 8.18 ppm, % 0.5 pancar tozu içeren örneklerin ise 0. günde;

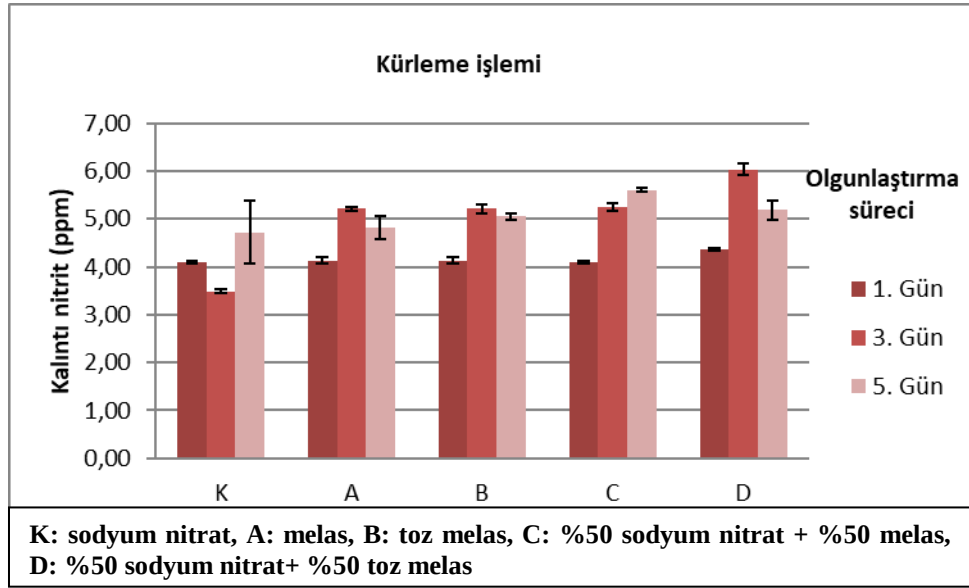
101.99 ppm kalıntı nitrat içerdikleri ve ilerleyen günlerde bu örneklerde kalıntı nitrat belirlenemediği bildirilmiştir (Ozaki ve ark., 2020).

Çizelge 4.21’de verilen Varyans Analizi sonuçlarına göre; sucukların olgunlaştırma sürecindeki kalıntı nitrit içeriklerinin alternatif kütleme işlemi, olgunlaştırma süreci ve kütleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksyonundan (AxB) istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) düzeyde etkilendiği belirlenmiştir.

Olgunlaştırma sürecinde en düşük (4.105 ppm) kalıntı nitrit içeriği K (kontrol) grubu sucuklarda belirlenmiş olup, diğer sucuk gruplarında kalıntı nitrit içerikleri arasındaki fark ise istatistiki olarak önemsizdir ($p>0.05$). Bu sonuçlar literatür bulguları ile uyumlu olup, doğal nitrat/nitrit kaynağı içeren örneklerin nitrit içeren kontrol grubu örneklerden daha yüksek miktarda kalıntı nitrit içerdiği bildirilmiştir (Bertol ve ark., 2012; Sullivan ve ark., 2012; Horsch ve ark., 2014). Myers ve ark. (2013b); bu durumun nitritin daha hızlı parçalanması ile ilgili olduğunu ifade etmişlerdir.

Olgunlaştırma sürecinin başında (1. gün) kalıntı nitrit içeriği; 4.165 ppm iken, 3. ve 5. günlerde artarak sırasıyla 5.040 ve 5.080 ppm’e yükselmiştir. Bu artışın, sucuklarda bulunan kalıntı nitratın, nitrite indirgenmeye devam etmesinden kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir. Sucuk üretiminde kullanılan starter kültürlerden *Staphylococcus carnosus* ve etin doğal florasında bulunan mikroorganizmalardan nitrat redüktaz enzimine sahip olanların, nitratın nitrite indirgenmesinde rol oynadıkları bildirilmiştir (Macdougall ve ark., 1975; Sebranek, 1979; Pinotti ve ark., 2002).

Kürlenmiş et ürünlerinin mevcut kür rengini muhafaza edebilmesi için son üründe, 10-15 ppm düzeyinde kalıntı nitritin bulunmasının faydalı olduğu bildirilmiştir (Sindelar ve Milkowski, 2011). Çalışmada tespit ettiğimiz kalıntı nitrit miktarlarının daha düşük olmasının, diğer çalışmalardaki formülasyon, hammadde, olgunlaştırma (üretim) ve depolama şartlarının farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Olgunlaştırma sürecinde sucuk örneklerinin kalıntı nitrit içeriklerine ait değişimler Şekil 4.10’da verilmiştir.



Şekil 4.10. Farklı kürleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksyonunun sucukların kalıntı nitrit (ppm) içeriklerine etkisi

Kürleme ajanı olarak siyah havuç kullanılan sucukların kalıntı nitrit içeriklerinin; 150 ppm sodyum nitrit içeren, 0.5 g siyah havuç konsantratu+ 150 ppm sodyum nitrit içeren, 1 g siyah havuç konsantratu+ 150 ppm sodyum nitrit içeren ve 2 g siyah havuç konsantratu+ 150 ppm sodyum nitrit içeren örnekler için sırasıyla; 7.25, 7.86, 8.51 ve 8.38 ppm olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca kürleme ajanı olarak yalnızca siyah havuç konsantratu içeren örneklerde ise; kalıntı nitrit tespit edilemediği bildirilmiştir (Ekici ve ark., 2015).

Sucu ve Turp (2018); alternatif kürleme ajanı olarak kırmızı pancar tozu kullandıkları çalışmanın üretim sürecinde; sucukların kalıntı nitrit miktarlarını sodyum nitrit katkılı örneklerde 20.12 ppm, % 0.12 kırmızı pancar tozu+ 100 ppm sodyum nitrit katkılı örneklerde 7.19 ppm, % 0.24 kırmızı pancar tozu+50 ppm sodyum nitrit katkılı örneklerde 3.80 ppm ve % 0.35 kırmızı pancar tozu katkılı örneklerde ise 0.43 ppm olarak belirlemişlerdir.

Sucuk üretiminde farklı seviyelerde (5, 10 ve 15 g/kg) karabiber, sodyum askorbat ve 4 farklı pişirme sıcaklığının uygulandığı bir çalışmada; artan oranlarda karabiber kullanılan örneklerin kalıntı nitrit içeriklerinin sırasıyla; 10.29, 7.66 ve 6.30 ppm olduğu, sodyum askorbat ilaveli örneklerin 3.61 ppm kalıntı nitrit içerdiği, sodyum askorbat kullanılmayan örneklerin ise; 12.55 ppm kalıntı nitrit içerdiği tespit edilmiştir (Sallan ve ark., 2019).

Dört farklı nitrit seviyesi (0, 50, 100 ve 150 ppm), sodyum askorbat, starter kültür kullanımı ve 5 farklı pişirme sıcaklığı uygulanmış sucukların kalıntı nitrit içerikleri 4.68-9.74 ppm arasında değişim göstermiştir (Sallan ve ark., 2020).

Doğal kütleme ajanı olarak Çin lahanası ve kereviz tozunun kullanıldığı bir çalışmada; 100 ppm sodyum nitrit kullanılarak üretilen örneklerin 37.32 ppm, % 0.15 Çin lahanası içeren örneklerin 14.68 ppm, % 0.25 Çin lahanası içeren örneklerin 16.58 ppm, % 0.35 Çin lahanası içeren örneklerin 22.24 ppm ve % 0.4 kereviz suyu tozu içeren örneklerin ise 16.35 ppm kalıntı nitrit içerdikleri bildirilmiştir (Jeong ve ark., 2020a).

Çalışmamızda elde ettiğimiz sucuk örneklerine ait kalıntı nitrit verileri literatür bilgileri ile uyumludur.

4.3.7. Tekstür profil analizi (TPA) sonuçları

Farklı kütleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki tekstür profil analiz (TPA) verilerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.23'te, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.24'te verilmiştir.

Çizelge 4.23. Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki Tekstür Profil Analiz (TPA) verilerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Sertlik (Hardness)			Adhesivlik (Adhesiveness)		Kohesivlik (Cohesiveness)		Esneklik (Springiness)		Çiğnenebilirlik (Chewiness)		Geri Kazanım (Resilience)	
	SD	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kürleme işlemi (A)	4	977	106.88**	0.5560	2.02	0.0068396	45.57**	0.014416	4.13*	194.00	17.68**	0.0010205	100.23**
Olgunlaştırma süreci (B)	2	79410	3684.97**	13.8959	50.61**	0.0185137	123.34**	0.024521	7.02**	2153.66	196.27**	0.0084340	828.41**
A x B	8	677	74.02**	0.4922	1.79	0.0017810	11.87**	0.004391	1.26	93.24	8.50**	0.0002591	25.45**
Hata	15	9		0.2746		0.0001501		0.003491		10.97		0.0000102	
Toplam	29												

**p<0.01;* p<0.05

Çizelge 4.24. Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki ortalama Tekstür Profil Analiz (TPA) verilerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

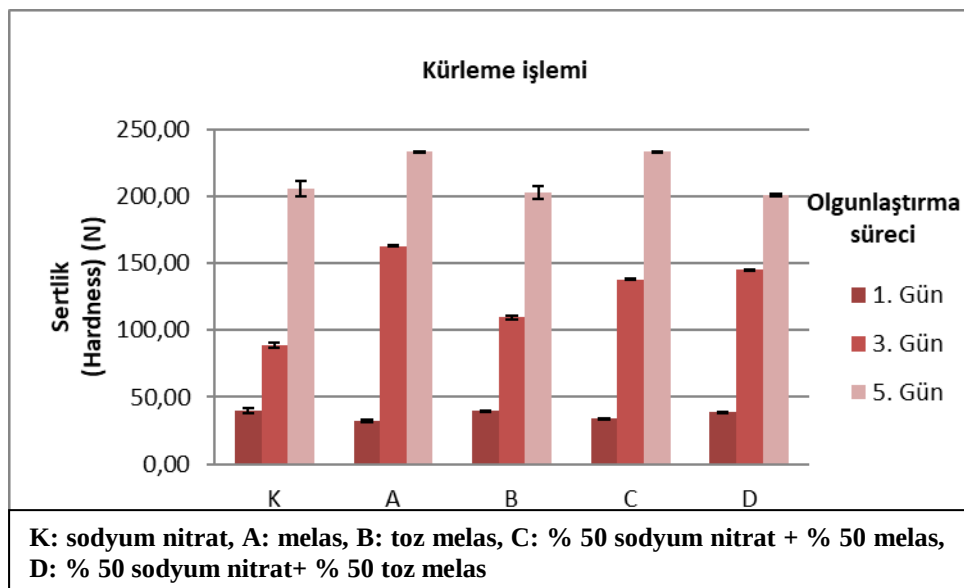
<i>Kürleme işlemi (A)</i>	<i>n</i>	<i>Sertlik (N) (Hardness)</i>	<i>Adhesivlik (N.s) (Adhesiveness)</i>	<i>Kohesivlik (Cohesiveness)</i>	<i>Esneklik (Springiness)</i>	<i>Çiğnenabilirlik (N) (Chewiness)</i>	<i>Geri Kazanım (Resilience)</i>
K (sodyum nitrat)	6	111.30±31.10 ^c	3.94±0.54 ^a	0.28±0.00 ^c	0.38±0.02 ^b	11.84±3.36 ^b	0.06±0.01 ^c
A (melas)	6	142.60±37.29 ^a	3.51±0.35 ^a	0.36±0.02 ^a	0.47±0.03 ^{ab}	26.66±7.35 ^a	0.10±0.01 ^a
B (toz melas)	6	117.40±29.78 ^d	3.92±0.61 ^a	0.33±0.02 ^b	0.52±0.03 ^a	21.01±5.36 ^a	0.08±0.01 ^b
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	6	135.20±36.46 ^b	3.35±0.28 ^a	0.36±0.02 ^a	0.46±0.03 ^{ab}	23.61±6.25 ^a	0.09±0.01 ^a
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	6	128.30±30.08 ^c	3.32±0.58 ^a	0.35±0.03 ^{ab}	0.49±0.04 ^{ab}	23.70±6.40 ^a	0.09±0.01 ^a
<i>Olgunlaştırma süreci (B)</i>							
1. Gün	10	37.00±1.16 ^c	4.94±0.27 ^a	0.29±0.01 ^c	0.44±0.02 ^b	4.71±0.29 ^c	0.05±0.00 ^c
3. Gün	10	128.70±8.81 ^b	2.70±0.20 ^b	0.38±0.02 ^a	0.52±0.03 ^a	27.00±3.54 ^b	0.10±0.01 ^a
5. Gün	10	215.20±5.11 ^a	3.18±0.12 ^b	0.34±0.01 ^b	0.44±0.02 ^b	32.39±2.48 ^a	0.10±0.00 ^b
<i>AxB</i>							
K x 1. Gün	2	40.00±1.58 ^g	5.51±0.83 ^a	0.28±0.00 ^g	0.40±0.01 ^a	4.46±0.27 ^e	0.05±0.00 ^{gh}
K x 3. Gün	2	88.50±1.83 ^t	3.06±0.05 ^a	0.28±0.01 ^g	0.39±0.02 ^a	9.53±0.88 ^{de}	0.07±0.00 ^{et}
K x 5. Gün	2	205.5±5.79 ^b	3.25±0.14 ^a	0.28±0.02 ^g	0.37±0.06 ^a	21.54±3.86 ^{cd}	0.08±0.00 ^e
A x 1. Gün	2	32.00±1.09 ^g	4.37±0.02 ^a	0.31±0.01 ^{etg}	0.43±0.03 ^a	4.24±0.39 ^e	0.06±0.00 ^{tg}
A x 3. Gün	2	162.60±0.44 ^c	2.61±0.42 ^a	0.39±0.01 ^{abc}	0.53±0.04 ^a	33.97±3.61 ^{abc}	0.12±0.00 ^{ab}
A x 5. Gün	2	233.30±0.31 ^a	3.54±0.29 ^a	0.38±0.00 ^{bcd}	0.47±0.04 ^a	41.77±3.52 ^a	0.11±0.00 ^b
B x 1. Gün	2	40.20±0.01 ^g	5.72±0.64 ^a	0.28±0.01 ^g	0.50±0.10 ^a	5.72±1.36 ^e	0.04±0.00 ^h
B x 3. Gün	2	109.50±1.66 ^e	2.92±0.28 ^a	0.38±0.00 ^{abcd}	0.53±0.06 ^a	22.83±3.01 ^c	0.10±0.00 ^d
B x 5. Gün	2	202.50±4.84 ^b	3.13±0.48 ^a	0.34±0.00 ^{def}	0.51±0.00 ^a	34.49±0.96 ^{abc}	0.10±0.00 ^d
C x 1. Gün	2	33.90±0.31 ^g	4.20±0.10 ^a	0.30±0.01 ^{fg}	0.41±0.03 ^a	4.20±0.33 ^e	0.06±0.00 ^{tg}
C x 3. Gün	2	138.00±0.18 ^d	3.05±0.19 ^a	0.41±0.01 ^{ab}	0.54±0.03 ^a	30.27±0.89 ^{abc}	0.11±0.00 ^b
C x 5. Gün	2	233.60±0.07 ^a	2.80±0.04 ^a	0.36±0.00 ^{bcde}	0.43±0.01 ^a	36.36±0.89 ^{ab}	0.11±0.00 ^{bc}
D x 1. Gün	2	38.90±0.36 ^g	4.92±0.55 ^a	0.28±0.01 ^g	0.45±0.03 ^a	4.91±0.22 ^e	0.05±0.00 ^{gh}
D x 3. Gün	2	144.90±0.73 ^d	1.87±0.08 ^a	0.43±0.01 ^a	0.61±0.06 ^a	38.41±5.17 ^{ab}	0.13±0.00 ^a
D x 5. Gün	2	201.20±0.88 ^b	3.17±0.14 ^a	0.34±0.00 ^{cdef}	0.40±0.01 ^a	27.78±0.85 ^{bc}	0.10±0.00 ^{cd}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki (p<0.01; p<0.05) olarak birbirinden farklıdır. Ortalama±standart hata

Sertlik (Hardness)

Çizelge 4.23'te verilen Varyans Analizi sonuçlarına göre; sucukların sertlik parametresi üzerine; kürlleme işlemi, olgunlaştırma süreci ve kürlleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksiyonunun etkileri istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Kürlleme işlemi sucukların sertliğini arttırmış olup, en yüksek sertlik değeri A grubu (melas) sucuklarda, en düşük sertlik değeri ise K (kontrol) grubu sucuklarda saptanmıştır.

Olgunlaştırma sürecinin 1. gününde 37.00 N olan sertlik değeri, sürecin ilerlemesi ile birlikte yükselmiş ve 5. günde en yüksek (215.20 N) sertlik değerine ulaşmıştır. Bu durum; fermentasyon ile birlikte asitliğin artması ve pH düşüşüne bağlı olarak denatüre olan et proteinlerinin su tutma kapasitelerinin azalmasıyla ilgili olup suyun ortamdan uzaklaşması sonucunda gerçekleşmektedir. Bu nedenle sucuğun kendine has tekstürünün oluşması için bunun gerekli olduğu bildirilmiştir (Gimeno ve ark., 2000; Visessanguan ve ark., 2004). Bununla birlikte fermentasyonun ardından kurutma koşullarına geçilmesi de üründen suyun uzaklaşmasına ve dolayısıyla sucukların sertliğinin artışına yol açmaktadır. Şekil 4.11'de; olgunlaştırma sürecindeki sucukların sertliğinde meydana gelen değişim gösterilmiş olup, tüm muamele gruplarında olgunlaştırma süreci ilerledikçe sertliğin kademeli olarak arttığı görülmüştür.



Şekil 4.11. Farklı kürlleme x olgunlaştırma süreci interaksiyonunun sucukların sertlik (hardness) değerlerine etkisi

İlkkkan ve ark. (2009); fındık yağı ilave ederek ürettikleri sucukların sertlik değerlerinin 5.36 ila 13.10 N arasında olduğunu, fındık yağı kullanımının sucukların sertliğini istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) düzeyde azalttığını bildirmişlerdir.

Kargozari ve ark. (2014a); Siahmazgi peynirinden izole ettikleri starter kültürler ile kuru fermente Türk sucuğu üretimi gerçekleştirip 15 günlük olgunlaştırma sürecinde sucukların sertlik değerinin 25000 g'a kadar arttığını rapor etmişlerdir.

Ekici ve ark. (2015); 0.5, 1 ve 2 g/100 g siyah havuç konsantresi ilave ederek ürettikleri sucukların sertlik değerlerinin; 463.37-798.76 g arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

İn-situ ekzopolisakkarit üretimi ve farklı fermantasyon koşullarının Türk tipi fermente sucukların çeşitli özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği araştırmada; sucukların 8 – 16 gün aralığındaki fermantasyon sonrası sertlik değerlerinin 3998 g ile 13930 g arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Dertli ve ark., 2016).

Lactobacillus rhamnosus'un mikroenkapsüle edilmiş ve serbest halde sucuk üretiminde kullanımıyla üretilen sucukların sertlik değerlerinin; 97.49-107.51 N arasında olduğu ve sucukların sertlikleri arasındaki farkın önemsiz ($p>0.05$) olduğu bildirilmiştir (Ünal ve ark., 2017).

Adhesivlik (Adhesiveness)

Varyans Analizi sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.23) sucukların adhesivlik değerleri üzerinde sadece olgunlaştırma sürecinin istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) düzeyde etkisinin olduğu görülmüştür. Farklı kütleme işlemi uygulanan sucukların adhesivlik değerlerinin; 3.32-3.94 N.s aralığında değiştiği ve değerler arasındaki farkın istatistiki olarak önemsiz ($p>0.05$) olduğu belirlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin başında; 4.94 N.s olan adhesivlik, 3. ve 5. günlerde azalmış ve sırasıyla; 2.70 ve 3.18 N.s olarak belirlenmiş olup, 3. ve 5. günler arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Farklı fermantasyon koşulları ve ekzopolisakkarit kullanımı sonucunda elde edilen sucukların adhesivlik değerlerinin 13.6-155.4 g.s arasında değiştiği bildirilmiştir (Dertli ve ark., 2016).

Demir (2013), şalgam suyu ilave ederek ürettiği fermente sucukların adhesivlik değerlerinin 33.83-50.95 g.s aralığında olduğunu bildirmiştir.

Fındık yağı ilave edilmiş sucukların adhesivlik değerlerinin 0.13-0.49 N arasında olduğu ve artan oranlarda fındık yağı kullanıldığında adhesivlik değerlerinin azaldığı bildirilmiştir (Ilıkkın ve ark., 2009).

Kohesivlik (Cohesiveness)

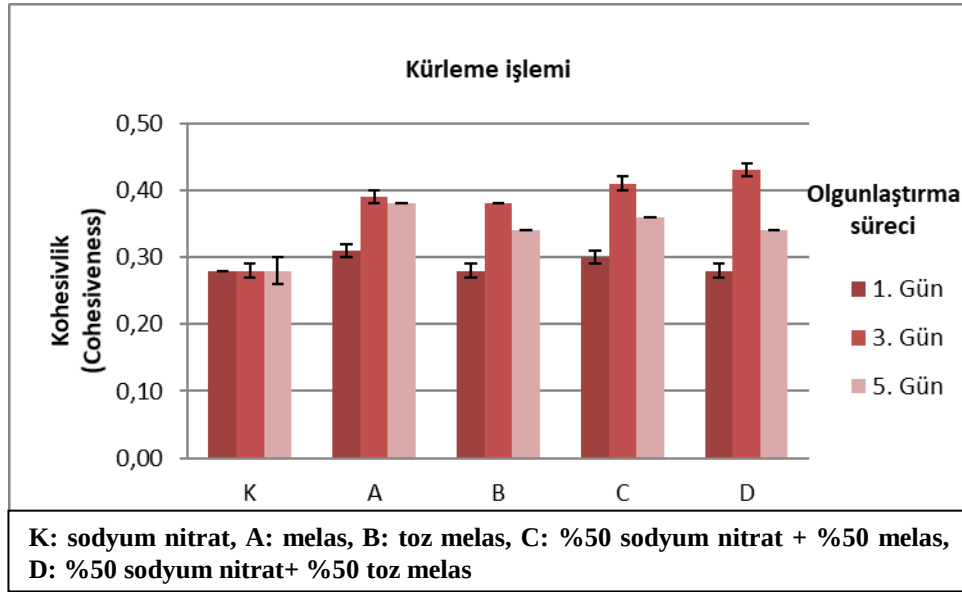
Varyans Analizi sonuçlarına göre; sucukların kohesivlik değerleri üzerine; kürleme işlemi, olgunlaştırma süreci ve kürleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksiyonunun istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) düzeyde etkileri olduğu belirlenmiştir. K (kontrol) grubu sucuklar, en düşük kohesivlik özelliğine sahipken, A ve C grubu sucukların en yüksek kohesivlik özelliği gösterdikleri tespit edilmiştir. Bu durumda, melasın oldukça viskoz yapıda olmasının etkili olabileceği düşünülmektedir. Olgunlaştırma sürecinin başında (1. gün) 0.29 olan kohesivlik değeri, 3. günde önce artış (0.38), olgunlaştırma sürecinin sonunda ise kısmi bir düşüş (0.34) göstermiştir. Olgunlaştırma sürecindeki sucukların kohesivlik değerlerindeki değişim Şekil 4.12’de verilmiştir. K (kontrol) grubu sucukların kohesivlik değerleri olgunlaştırma sürecinde değişiklik göstermezken, alternatif kürleme işlemi uygulanmış sucukların kohesivlik değerlerinde önce artış, daha sonra azalma görülmüştür.

Ekici ve ark. (2015); sucukların 12 günlük olgunlaştırma süreci sonunda kohesivlik değerlerini 0.44-0.61 arasında belirlemişlerdir.

Džinić ve ark. (2016); Sırbistan’da üretilen kuru fermente bir sucuk olan Čajna Kobasica’nın kohesivlik değerlerinin 0.40 – 0.61 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Farklı düzeyde yağ oranları ilave edilerek üretilen sucukların kohesivlik değerlerinin 53-75.5 N arasında olduğu ve ilave yağ miktarının kohesivlik değerleri üzerindeki etkisinin istatistiki olarak önemsiz olduğu bildirilmiştir (Öven, 2017).

Sucuk üretiminde hayvansal yağ alternatifi olarak, zeytin yağı kullanımının sucuklarda kohesivlik değerlerinin 0.56-0.61 arasında değişime neden olduğu bildirilmiştir (Zungur Bastıoğlu, 2019).



Şekil 4.12. Farklı kürleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksyonunun sucukların kohesivlik (cohesiveness) değerlerine etkisi

Esneklik (Springiness)

Çizelge 4.23'te verilen Varyans Analizi sonuçlarına göre; farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların esneklik özellikleri üzerinde kürleme işlemi ve olgunlaştırma sürecinin istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$; 0.01) düzeyde etkilerinin olduğu belirlenmiştir. B grubu sucuklar en yüksek (0.52), K (kontrol) grubu sucuklar ise en düşük (0.38) esneklik değerleri göstermişlerdir. A, C ve D grubu sucukların esneklik değerleri ise sırasıyla; 0.47, 0.46 ve 0.49 olarak belirlenmiş olup bu gruplardaki sucukların esneklik değerleri arasında istatistiki olarak bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$). Sucukların olgunlaştırma sürecinin 3. gününde esneklikleri artmış, olgunlaştırmanın 5. gününde ise tekrar azalarak 1. günle aynı değerler elde edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, sucuk örneklerinin esneklik değerlerinin 0.25 ile 0.31 aralığında değiştiği rapor edilmiştir (Bağdatlı, 2013).

Sucuk üretiminde doğal mikrobiyota kullanımının etkilerinin belirlendiği çalışmada, sucukların esneklik değerlerinin starter kültür ilavesinden etkilenmediği ve esneklik değerlerinin 0.70-0.78 mm olduğu bildirilmiştir (Demirel ve Gürler, 2018)

Fermente sucukların esneklik değerleri, Demir (2013) tarafından 0.31-0.35 arasında belirlenirken; Zungur Bastıoğlu (2019) ise çalışmasında elde ettiği sucukların esneklik değerinin 0.68-0.82 arasında olduğunu rapor etmiştir.

Çalışmamız kapsamında üretilen sucukların esneklik değerlerinin literatür bulguları ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Çiğnenebilirlik (Chewiness)

Varyans Analizi sonuçları incelendiğinde kürlleme işlemi, olgunlaştırma süreci ve kürlleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksiyonunun sucukların çiğnenebilirlik değerlerini istatistiki açıdan çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde etkilediği görülmüştür. Alternatif kürlleme işleminin; sucukların çiğnenebilirlik özelliğini arttırdığı/iyileştirdiği belirlenmiştir. K (kontrol) grubu sucuklar en düşük (11.84 N) çiğnenebilirlik özelliği gösterirken, alternatif kürlleme uygulanan sucukların (A, B, C ve D) çiğnenebilirlik özelliğinin arttığı ve bu dört gruba ait analiz sonuçları arasındaki farkın istatistik olarak önemsiz ($p > 0.05$) olduğu bulunmuştur. Olgunlaştırma sürecinin ilerlemesiyle, örneklerimizin çiğnenebilirlik özelliğinin arttığı belirlenmiş olup, en yüksek (32.39 N) çiğnenebilirlik değeri 5. günde tespit edilmiştir. Sucuk örneklerinin çiğnenebilirlik özelliklerinde olgunlaştırma süreci boyunca meydana gelen değişimler, Şekil 4.13'te verilmiştir.

Ilıkkın ve ark. (2009); fındık yağı ilavesinin sucukların çiğnenebilirlik değeri üzerinde azaltıcı etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmada çiğnenebilirlik değerleri, kontrol grubu sucuklarda; 20.61 N, % 2.5 fındık yağı ilaveli sucuklarda; 13.37 N ve % 5 fındık yağı ilaveli sucuklarda ise; 8.83 N olarak belirlenmiştir.

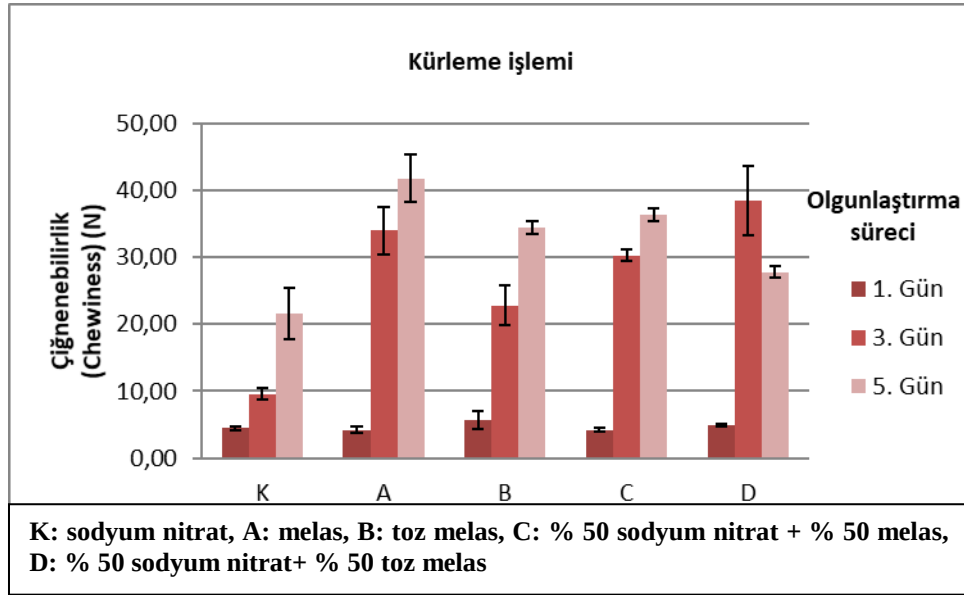
Ekici ve ark. (2015) siyah havuç konsantresi ilave ederek ürettikleri sucuğun 12 günlük fermentasyonu sonrası çiğnenebilirlik değerlerini 159–279 aralığında tespit etmişlerdir.

Sırbistan'a özgü kuru fermente bir sucuk olan Čajna Kobasica'nın çiğnenebilirlik değerleri; 1843-3857 g.s aralığında belirlenmiştir (Džinić ve ark., 2016).

Dertli ve ark. (2016), sucukların olgunlaştırma süresince çiğnenebilirlik değerlerini 932-2679 g.s arasında belirlemişlerdir.

Farklı starter kültür kullanarak sucuk üretiminin yapıldığı bir çalışmada, sucukların çiğnenebilirlik değerleri 1263-1742 g.s aralığında tespit edilmiştir (Demirel ve Gürler, 2018).

Sucuk üretiminde alternatif olarak zeytinyağı kullanılan bir çalışmada ise; sucukların çiğnenebilirlik değerleri 20.42-55.07 N aralığında belirlenmiştir (Zungur Bastıoğlu, 2019).



Şekil 4.13. Farklı kürleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksyonunun sucukların çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerine etkisi

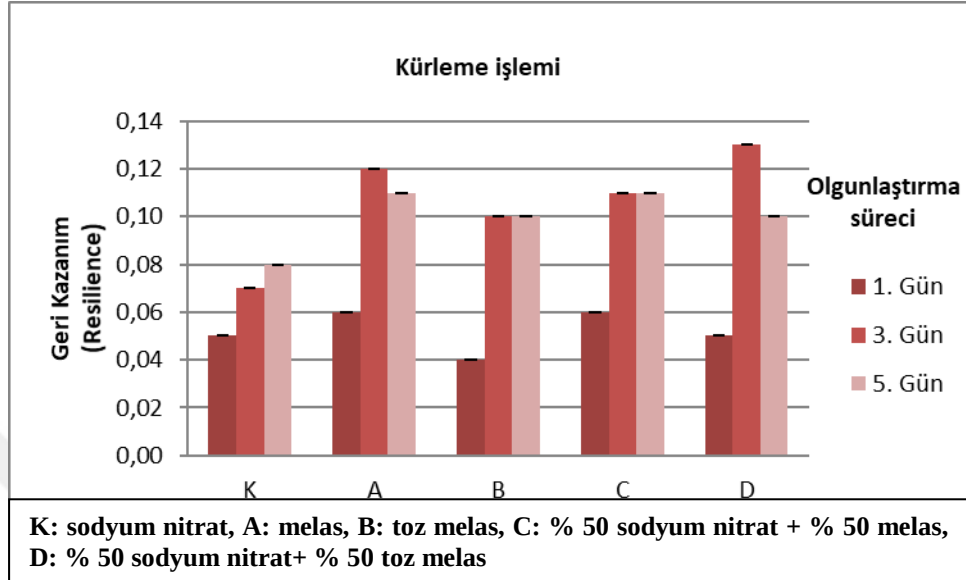
Geri Kazanım (Resilience)

Varyans Analizi sonuçlarına göre; sucukların geri kazanım değerleri üzerinde; kürleme işlemi, olgunlaştırma süreci ve kürleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksyonunun etkilerinin istatistiki olarak çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. En düşük geri kazanım değeri K (kontrol) grubu sucuklarda, en yüksek geri kazanım değerleri ise A, C ve D grubu sucuklarda tespit edilmiştir. Geri kazanım değerleri olgunlaştırma sürecinin devam etmesi ile önce artmış, daha sonra kısmen düşmüş olup 1. günde en düşük (0.05), 3. günde ise en yüksek (0.10) değerler görülmüştür. Şekil 4.14'te; olgunlaştırma süreci boyunca sucukların geri kazanım özelliklerindeki değişim verilmiştir.

Ekici ve ark. (2015); fermente sucukların geri kazanım değerlerinin; 0.13 ile 0.20 arasında değiştiğini ve siyah havuç konsantresi ilavesinin sucukların geri kazanım değerlerini, kontrol grubuna kıyasla düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Farklı hayvansal yağ ve değişik baharat kullanımının sucuk üretiminde kullanıldığı çalışmada; sucukların geri kazanım değerleri üzerine kullanılan yağ çeşidinin istatistik olarak çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir. Kabuk yağı ve paçal yağ kullanıldığında; en yüksek (0.22) geri kazanım değeri elde edilirken; iç yağı ilave edilen sucukların geri kazanım değerinin ise en düşük (0.15) olduğu bildirilmiştir (Ünal, 2017b).

Sucu ve Turp (2018) kırmızı pancar tozu ilaveli fermente sucukların geri kazanım değerlerini 0.17 ile 0.21 arasında tespit etmişler ve kırmızı pancar tozu ilavesinin sucukların geri kazanım değerlerini etkilemediğini bildirmişlerdir.



Şekil 4.14. Farklı kürleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksiyonunun sucukların geri kazanım (resilience) değerlerine etkisi

4.3.8. Mikrobiyolojik analiz sonuçları

4.3.8.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) sayımı sonuçları

Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki TMAB sayılarına ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.25'te, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.25. Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki TMAB sayılarına ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	KO	F
Kürleme işlemi (A)	4	0.1721	1.35
Olgunlaştırma süreci (B)	2	0.7088	5.57*
AxB	8	0.0916	0.72
Hata	15	0.1272	
Toplam	29		

*p<0.05

Varyans Analizi sonuçları incelendiğinde farklı kütleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayıları üzerinde sadece olgunlaştırma sürecinin etkisi istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) düzeyde bulunmuştur.

Olgunlaştırma sürecinde farklı kütleme işlemleri uygulamasının sucukların TMAB sayıları üzerindeki etkisi istatistiki olarak önemsizdir ($p>0.05$).

Olgunlaştırma sürecinin 1. gününde en yüksek (6.01 log kob/g) TMAB sayıları belirlenirken, en düşük (5.48 log kob/g) TMAB sayıları ise 3. günde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.26. Farklı kütleme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki ortalama TMAB sayılarına ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kütleme işlemi (A)	n	TMAB (log kob/g)
K (sodyum nitrat)	6	5.94±0.07 ^a
A (melas)	6	5.72±0.09 ^a
B (toz melas)	6	5.48±0.28 ^a
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	6	5.83±0.16 ^a
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	6	5.73±0.12 ^a
Olgunlaştırma süreci (B)		
1. Gün	10	6.01±0.05 ^a
3. Gün	10	5.48±0.17 ^b
5. Gün	10	5.73±0.06 ^{ab}
AxB		
K x 1. Gün	2	6.01±0.04 ^a
K x 3. Gün	2	5.88±0.20 ^a
K x 5. Gün	2	5.94±0.15 ^a
A x 1. Gün	2	5.96±0.03 ^a
A x 3. Gün	2	5.48±0.10 ^a
A x 5. Gün	2	5.72±0.10 ^a
B x 1. Gün	2	5.91±0.25 ^a
B x 3. Gün	2	4.86±0.71 ^a
B x 5. Gün	2	5.69±0.20 ^a
C x 1. Gün	2	6.15±0.00 ^a
C x 3. Gün	2	5.54±0.46 ^a
C x 5. Gün	2	5.79±0.03 ^a
D x 1. Gün	2	6.04±0.17 ^a
D x 3. Gün	2	5.64±0.19 ^a
D x 5. Gün	2	5.51±0.06 ^a

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki ($p<0.05$) olarak birbirinden farklıdır.
Ortalama±standart hata

Aksu ve Kaya (2004); % 0, % 1, % 3 ve % 5 seviyelerinde ısırgan otu ilave ederek ürettikleri sucukların TMAB sayılarının; 7.49-8.63 log kob/g arasında değiştiğini ve olgunlaştırma sürecinin 3. gününde bu sayının 8.39 log kob/g'a yükseldiğini; sürecin ilerlemesi ile TMAB sayılarının azalarak 14. günde 8.02 log kob/g'a indiğini bildirmişlerdir.

Beş farklı nitrit seviyesi (45, 70, 120, 170 ve 195 ppm) ve sıcaklık (30, 40, 60, 80 ve 90 °C) uygulamasının yapıldığı çalışmada; artan nitrit seviyelerin TMAB sayılarını azalttığı, bu durumun da nitritin antimikrobiyal etkisinden kaynaklandığı bildirilmiştir. Ayrıca benzer şekilde; uygulanan sıcaklık derecesinin artmasının, TMAB sayılarını azalttığı sonucuna varılmıştır (Kurt ve Zorba, 2010).

4.3.8.2. Toplam Laktik Asit bakteri sayımı (LAB) sonuçları

Farklı kürlenme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki Toplam Laktik Asit Bakterisi (LAB) sayılarına ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.27’de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4. 27. Farklı kürlenme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki Toplam Laktik Asit Bakterisi (LAB) sayılarına ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	KO	F
Kürleme işlemi (A)	4	0.0848	13.13**
Olgunlaştırma süreci (B)	2	30.1749	4671.03**
AxB	8	0.0544	8.42**
Hata	15	0.0065	
Toplam	29		

**p<0.01

Çizelge 4.27’de verilen Varyans Analizi tablosuna göre; farklı kürlenme işlemi uygulanarak üretilen sucukların olgunlaştırma sürecindeki ortalama LAB sayıları üzerine; kürlenme işlemi, olgunlaştırma süreci ve kürlenme işlemi x olgunlaştırma süreci etkileşiminin etkilerinin istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir.

D grubundaki sucukların en yüksek LAB sayılarına sahip oldukları belirlenmiştir. A, B ve C grubundaki sucuklar (melas, toz melas ve %50 sodyum nitrat + %50 melas içeren), Kontrol grubu ile kıyaslandığında daha fazla sayıda LAB varlığına sahip olduğu görülmüştür. Bu durumun muhtemelen kürlenme ajanı olarak kullanılan melas ve toz melasın ilavesinden kaynaklanmış olabileceği ve laktik asit bakterileri için ilave karbonhidrat kaynağı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

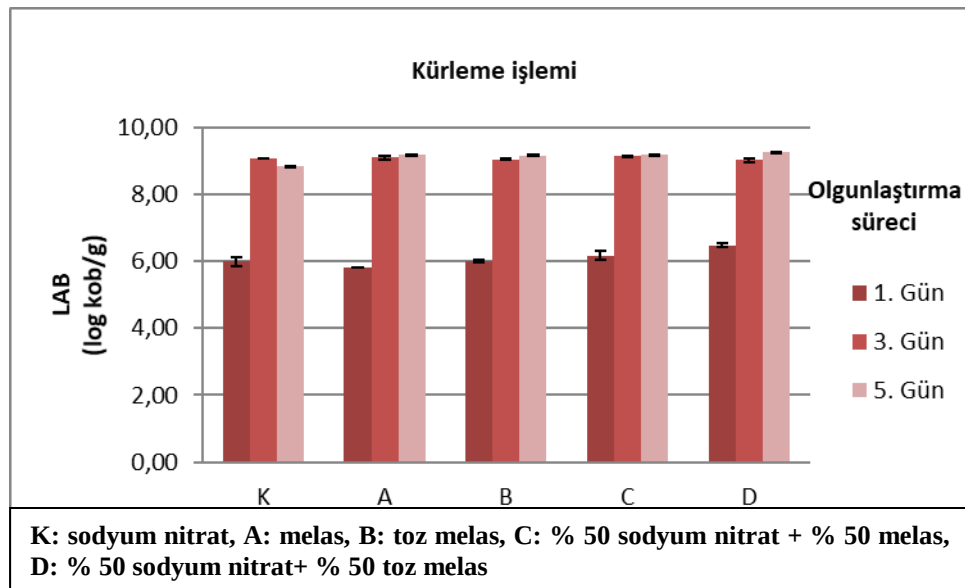
Olgunlaştırma sürecinin 1. gününde 6.09 log kob/g olan LAB sayısı, fermentasyon koşullarının uygulanması ile 3. ve 5. günlerde sırasıyla 9.08 ve 9.12 log kob/g seviyelerine çıkmıştır. Ancak 3. ve 5. günlerde belirlenen LAB sayıları arasında istatistiki olarak önemli bir fark olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$). Bu durum; sucuk

formülasyonuna ilave edilen starter kültürlerin, fermentasyon koşullarına adapte olması ile açıklanmaktadır (Bover-Cid ve ark., 2001b; Kaban ve Kaya, 2006).

Çizelge 4.38. Farklı kürlenme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki ortalama LAB sayılarına ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme işlemi (A)	n	LAB (log kob/g)
K (sodyum nitrat)	6	7.96±0.62 ^c
A (melas)	6	8.02±0.70 ^{bc}
B (toz melas)	6	8.07±0.65 ^{bc}
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	6	8.17±0.63 ^{ab}
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	6	8.26±0.57 ^a
Olgunlaştırma süreci (B)		
1. Gün	10	6.09±0.08 ^b
3. Gün	10	9.08±0.02 ^a
5. Gün	10	9.12±0.05 ^a
AxB		
K x 1. Gün	2	6.00±0.14 ^{de}
K x 3. Gün	2	9.06±0.00 ^{ab}
K x 5. Gün	2	8.83±0.03 ^b
A x 1. Gün	2	5.80±0.00 ^e
A x 3. Gün	2	9.09±0.04 ^{ab}
A x 5. Gün	2	9.18±0.03 ^a
B x 1. Gün	2	6.00±0.04 ^{de}
B x 3. Gün	2	9.05±0.01 ^{ab}
B x 5. Gün	2	9.15±0.02 ^a
C x 1. Gün	2	6.17±0.13 ^{cd}
C x 3. Gün	2	9.16±0.01 ^a
C x 5. Gün	2	9.17±0.02 ^a
D x 1. Gün	2	6.48±0.07 ^c
D x 3. Gün	2	9.03±0.06 ^{ab}
D x 5. Gün	2	9.28±0.01 ^a

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki (p<0.01) olarak birbirinden farklıdır.
Ortalama±standart hata



Şekil 4.15. Farklı kürlenme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksiyonunun sucukların LAB (log kob/g) değerlerine etkisi

Olgunlaştırma sürecinde sucuk örneklerimizdeki LAB sayılarının 7.96-8.26 log kob/g aralığında olduğu belirlenmiş olup sucukların LAB sayılarındaki değişim Şekil 4.15'te gösterilmiştir. Başlangıçta (1. gün) tüm grupların LAB sayıları düşük iken, 3. günde önemli bir artış meydana gelmiş olup, bu artış Kontrol grubu dışındaki tüm gruplarda 5. günde de devam etmiştir. K (kontrol) grubu sucukların LAB sayıları; 5. günde, 3. güne kıyasla azalmıştır. Bu durum, muhtemelen sucuk hamurundaki karbonhidratların mevcut LAB tarafından kullanılması sonucunda ortamda daha fazla karbonhidrat kalmamasından kaynaklanmış olabilir. Diğer grup sucuklarda ise küreme ajanı olarak formülasyona ilave edilen melas ve toz melas, laktik asit bakterilerinin karbonhidrat ihtiyacını karşılamıştır.

Farklı yağ oranları ve olgunlaştırma sıcaklıkları uygulanan sucukların LAB sayılarının; 24-26 °C sıcaklıkta 1. günde, 20-22 °C sıcaklıkta ise 2. günde baskın hale geldikleri ve maksimum seviyeye 20-22 °C'de 7. günde ulaştıkları bildirilmiştir. Sonuçta, % 10 yağ içeren sucuk örneklerinin en yüksek LAB sayısına sahip oldukları belirlenmiştir (Soyer ve ark., 2005).

Çeşitli ticari katkı maddelerinin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; LAB sayılarının, olgunlaştırma sürecinin ilk 10 gününde 4.62 log kob/g'dan, 5.47 log kob/g seviyelerine yükseldiği bildirilmiştir (Bozkurt ve Erkmen, 2007).

Kaban (2007); starter kültür ilave edilmeyen kontrol grubu sucukların LAB sayılarının 14 günlük olgunlaştırma süresi boyunca 2.00-7.69 log kob/g aralığında olduğunu, starter kültür içeren sucukların ise 6.98-8.50 log kob/g aralığında olduğunu bildirmiştir.

Farklı biyoaktif starter kültürler kullanılarak üretilen sucukların; üretim süreci boyunca LAB sayılarının 5.22-10.14 log kob/g arasında değiştiği bildirilmiştir (Yılmaz, 2019).

Ekici ve ark. (2015); sucukların LAB sayılarının 8.36-8.71 log kob/g arasında olduğunu ve farklı seviyelerde siyah havuç konsantresi kullanılmasının, LAB sayıları üzerindeki etkisinin istatistiki olarak önemsiz olduğunu rapor etmişlerdir.

4.3.8.3. Toplam Maya-Küf sayımı (TMK) sonuçları

Farklı kürlenme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki toplam maya-küf (TMK) sayılarına ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.29’da, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.30’da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Farklı kürlenme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki Toplam Maya-Küf (TMK) sayılarına ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	KO	F
Kürleme işlemi (A)	4	0.13578	4.71*
Olgunlaştırma süreci (B)	2	0.06165	2.14
AxB	8	0.01235	0.43
Hata	15	0.02885	
Toplam	29		

*p<0.05

Çizelge 4.29’da verilen Varyans Analizi sonuçlarına göre; sucukların olgunlaştırma sürecindeki Toplam Maya-Küf sayıları üzerine sadece kürlenme işleminin istatistiki olarak önemli (p<0.05) düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.30. Farklı kürlenme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki ortalama Toplam Maya-Küf (TMK) sayılarına ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme işlemi (A)	n	Toplam Maya-Küf (log kob/g)
K (sodyum nitrat)	6	3.50±0.05 ^{ab}
A (melas)	6	3.30±0.09 ^b
B (toz melas)	6	3.64±0.06 ^a
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	6	3.27±0.06 ^b
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	6	3.49±0.07 ^{ab}
Olgunlaştırma süreci (B)		
1. Gün	10	3.53±0.06 ^a
3. Gün	10	3.39±0.06 ^a
5. Gün	10	3.39±0.06 ^a
AxB		
K x 1. Gün	2	3.65±0.04 ^a
K x 3. Gün	2	3.42±0.03 ^a
K x 5. Gün	2	3.42±0.03 ^a
A x 1. Gün	2	3.47±0.23 ^a
A x 3. Gün	2	3.22±0.09 ^a
A x 5. Gün	2	3.22±0.09 ^a
B x 1. Gün	2	3.68±0.07 ^a
B x 3. Gün	2	3.62±0.17 ^a
B x 5. Gün	2	3.62±0.17 ^a
C x 1. Gün	2	3.41±0.00 ^a
C x 3. Gün	2	3.21±0.11 ^a
C x 5. Gün	2	3.21±0.11 ^a
D x 1. Gün	2	3.44±0.25 ^a
D x 3. Gün	2	3.51±0.00 ^a
D x 5. Gün	2	3.51±0.00 ^a

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki (p<0.05) olarak birbirinden farklıdır. Ortalama±standart hata

Olgunlaştırma sürecinde en yüksek (3.64 log kob/g) Toplam Maya-Küf sayısı B grubu sucuklarda belirlenirken, A ve C grubundaki sucukların ise en düşük (3.30 ve 3.27 log kob/g) Toplam Maya-Küf sayılarına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Değişik starter kültürler ve farklı nitrit seviyeleri kullanarak üretilen sucuklarda olgunlaşmanın 0. gününde 3.68 log kob/g olan Toplam Maya-Küf sayısının 12. günde 3.81 log kob/g olduğu, en yüksek Toplam Maya-Küf sayısının ise olgunlaşmanın 3. gününde (4.26 log kob/g) belirlendiği rapor edilmiştir (Gençcelep, 2006)

Farklı oranlarda karabiber ve sodyum askorbat kullanılarak üretilen sucukların Toplam Maya-Küf sayılarının, uygulanan işleminden etkilenmediği ve 2.00-3.46 log kob/g arasında olduğu bildirilmiştir (Sallan, 2018).

4.3.8.4. Toplam Koliform grubu bakteri sayımı sonuçları

Farklı kürlenme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki Toplam Koliform grubu bakteri sayılarına ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.31’de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Farklı kürlenme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki Toplam Koliform grubu bakteri sayılarına ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	KO	F
Kürleme işlemi (A)	4	0.4688	1.42
Olgunlaştırma süreci (B)	2	13.0890	39.66**
AxB	8	0.9436	2.86*
Hata	15	0.3300	
Toplam	29		

**p<0.01; *p<0.05

Farklı kürlenme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki toplam Koliform grubu bakteri sayılarına ait Varyans Analizi sonuçlarına göre, olgunlaştırma süreci ve kürlenme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksiyonunun (AxB) etkilerinin istatistiki olarak önemli ($p<0.01$; $p<0.05$) düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Farklı kürlenme işlemleri uygulanarak üretilen sucukların Toplam Koliform grubu bakteri sayılarında istatistiki olarak önemli bir farklılık bulunmazken ($p>0.05$), olgunlaştırma sürecinin başında (1. gün) 2.27 log kob/g olan Toplam Koliform grubu bakteri sayısı, 3. günde 0.92 log kob/g seviyesine inmiştir. Olgunlaştırma sürecinin son günü (5. gün) sucuklarda Koliform grubu bakteri tespit edilmemiştir. Bu durumu, fermentasyon sürecinde ortama hakim olan laktik asit bakterilerinin ortam pH’sını düşürerek Koliform grubu bakterileri etkisiz hale getirmesiyle açıklayabiliriz. Aynı

zamanda nitratin indirgenmesi sonucu oluşan nitritin ve melas ilaveli gruplarda melastaki nitratin da indirgenmesi sonucunda oluşan nitritin antimikrobiyal etkileri sonucunda Koliform grubu bakterilerin inhibe olduğu düşünülmektedir. Olgunlaştırma sürecinde sucuklarda Toplam Koliform grubu bakteri sayılarındaki değişim, Şekil 4.16'da gösterilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, sucukların toplam Koliform grubu bakteri sayıları üretim sürecinin başında 3.36 log kob/g iken; üretim sürecinin son günü olan 6. günde ise 2.21 log kob/g seviyesine düştüğü bildirilmiştir (Ergönül, 2009).

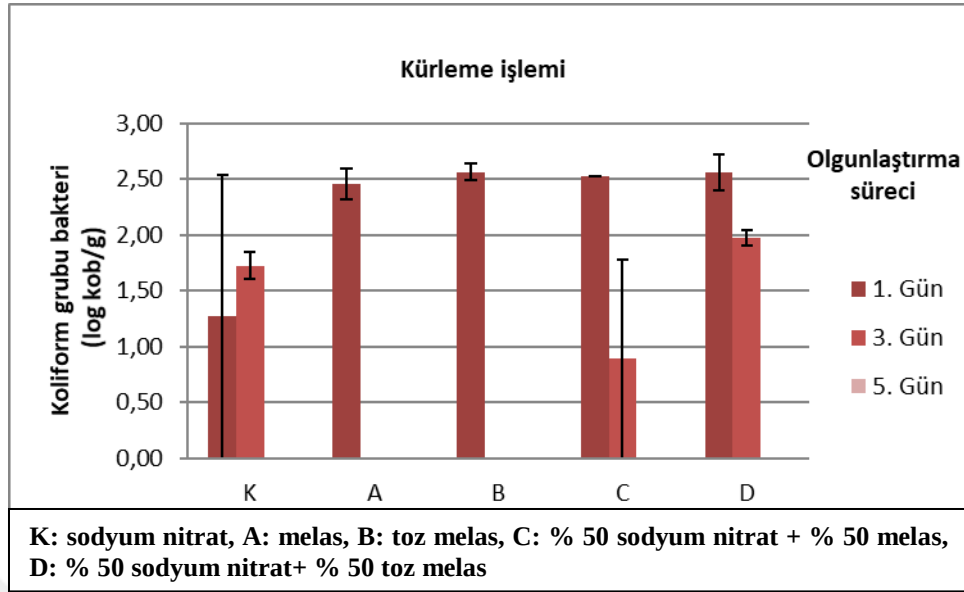
Sucuk üretiminde 23 *L. plantarum* suşunun starter kültür olarak kullanım olanaklarının belirlendiği bir çalışmada, sucuk örneklerinin başlangıç toplam Koliform grubu bakteri sayılarının 3.12-3.22 log kob/g olduğu ve ilerleyen günlerde, sucuk formülasyonunda kullanılan nitritin antimikrobiyal etkisi ve pH'nın düşmesi sebebiyle, Koliform grubu bakteri sayılarının gerekli limitlerin altında kaldığı bildirilmiştir (Özer ve ark., 2016).

Çizelge 4.32. Farklı kürlenme işlemi uygulanan sucukların olgunlaştırma sürecindeki ortalama Toplam Koliform grubu bakteri sayılarına ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme işlemi (A)	n	Koliform grubu bakteri (log kob/g)
K (sodyum nitrat)	6	1.00±0.46 ^a
A (melas)	6	0.82±0.52 ^a
B (toz melas)	6	0.86±0.54 ^a
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	6	1.14±0.52 ^a
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	6	1.51±0.49 ^a
Olgunlaştırma süreci (B)		
1. Gün	10	2.27±0.26 ^a
3. Gün	10	0.92±0.31 ^b
5. Gün	10	Te
AxB		
K x 1. Gün	2	1.27±1.27 ^{ab}
K x 3. Gün	2	1.73±0.13 ^{ab}
K x 5. Gün	2	Te
A x 1. Gün	2	2.46±0.14 ^a
A x 3. Gün	2	Te
A x 5. Gün	2	Te
B x 1. Gün	2	2.57±0.08 ^a
B x 3. Gün	2	Te
B x 5. Gün	2	Te
C x 1. Gün	2	2.52±0.00 ^a
C x 3. Gün	2	0.89±0.89 ^{ab}
C x 5. Gün	2	Te
D x 1. Gün	2	2.56±0.16 ^a
D x 3. Gün	2	1.97±0.07 ^{ab}
D x 5. Gün	2	Te

Te: Tespit edilemedi.

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki ($p<0.01$; $p<0.05$) olarak birbirinden farklıdır. Ortalama±standart hata



Şekil 4.16. Farklı kürleme işlemi x olgunlaştırma süreci interaksiyonunun sucukların Toplam Koliform grubu bakterisi (log kob/g) değerlerine etkisi

4.4. Depolama Süreci Analiz Sonuçları

4.4.1. Nem tayini sonuçları

Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki nem içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.33'te, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.34'te verilmiştir.

Çizelge 4.33 Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki nem içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	KO	F
Kürleme işlemi (A)	4	8.6695	158.61**
Depolama süreci (B)	1	12.6405	231.26**
AxB	4	1.6071	29.40**
Hata	10	0.0547	
Toplam	19		

**p<0.01

Varyans Analizi sonuçlarına göre; sucukların nem içerikleri üzerinde kürleme işlemi, depolama süreci ve kürleme işlemi x depolama süreci interaksiyonunun istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) düzeyde etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

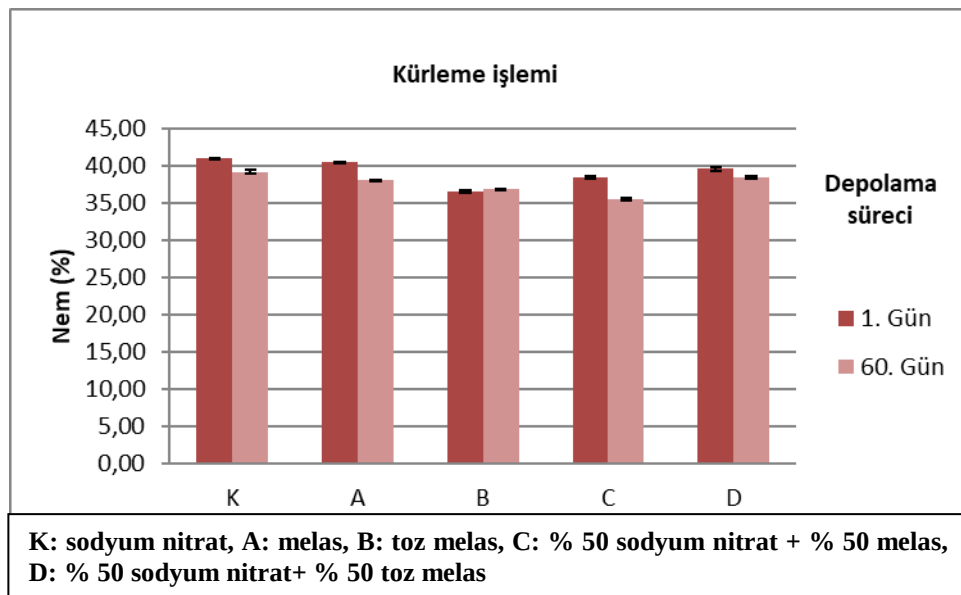
Sucuk üretiminde alternatif kürleme işleminin uygulanması sucuk örneklerinin nem içerikleri üzerinde azaltıcı bir etki göstermiştir. K (kontrol) grubu sucuklar en yüksek (% 40.03) nem içeriğine sahip bulunmuştur. Olgunlaştırma sürecinde de K (kontrol) grubu sucukların en yüksek nem içeriğine sahip olması bu durumun sebebi olarak gösterilebilmektedir.

Sucuk örneklerinin 60 gün boyunca modifiye atmosfer ambalaj içerisinde paketlenmesi nem içeriklerinin azalmasına neden olmuş, depolama sürecinin başında %39.16 olan nem miktarı, depolamanın sonunda %37.57 seviyesine inmiştir. Şekil 4.17’de depolama süreci boyunca sucuk örneklerinin nem içeriklerinde meydana gelen değişim gösterilmiş olup B grubu sucuklar dışında tüm gruplarda depolama süreci boyunca nem içeriklerinde azalma olmuştur.

Çizelge 4.34. Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki ortalama nem içeriklerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme işlemi (A)	n	Nem (%)
K (sodyum nitrat)	4	40.03±0.53 ^a
A (melas)	4	39.21±0.71 ^b
B (toz melas)	4	36.69±0.12 ^c
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	4	36.95±0.84 ^c
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	4	38.96±0.37 ^b
Depolama süreci (B)		
1. Gün	10	39.16±0.53 ^a
60. Gün	10	37.57±0.43 ^b
AxB		
K x 1. Gün	2	40.92±0.06 ^a
K x 60. Gün	2	39.14±0.27 ^{cd}
A x 1. Gün	2	40.43±0.07 ^{ab}
A x 60. Gün	2	38.00±0.12 ^e
B x 1. Gün	2	36.52±0.18 ^f
B x 60. Gün	2	36.86±0.04 ^f
C x 1. Gün	2	38.40±0.10 ^{de}
C x 60. Gün	2	35.49±0.14 ^g
D x 1. Gün	2	39.55±0.30 ^{bc}
D x 60. Gün	2	38.38±0.17 ^{de}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki (p<0.01) olarak birbirinden farklıdır. Ortalama±standart hata



Şekil 4.17. Farklı kürleme işlemi x depolama süreci etkisi

Yapılan bir çalışmada, 21 gün boyunca depolanan sucukların nem içeriklerinin %60'tan, %30'a düştüğü rapor edilmiştir (Kayaardı ve Gök, 2004).

Farklı üretim yöntemleri ve starter kültür kullanımının Türk sucuklarının çeşitli özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. 90 günlük depolama süreci sonunda sucuk örneklerinin nem içeriklerinin, geleneksel yöntemle üretilenlerde; % 35.06-38.70, ısıtılı ile üretilenlerde; % 45.21-46.23 aralığında olduğu bildirilmiştir (Dalmış, 2007).

Gök ve ark. (2011); bazı doğal antioksidan kaynakları kullanarak elde ettikleri sucukları 90 gün süreyle depolamış ve sucuk örneklerinin nem içeriklerinin bu süreçte % 40.19'dan % 32.2'ye indiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada, sucuk üretiminde kullanılan çeşitli antioksidan kaynaklarının da nem içeriğinin azalmasında önemli etkilerinin olduğu bildirilmiştir.

Ay (2015); farklı oranlarda aspir, ceviz, fındık ve zeytinyağı ilave ederek fermente sucuk üretmiş olup, sucukların nem içeriklerinin ilave edilen yağ çeşidi ve oranından etkilenmediğini ve % 19.41-22.78 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Ürettiğimiz sucukların nem içerikleri, literatür verileri ile benzer olmakla birlikte, farklı sonuçların elde edildiği çalışmalar da mevcuttur. Bu durum, çalışmalar arasındaki sucuk formülasyonu, kullanılan hammadde, olgunlaştırma/depolama şartları ve uygulanan işlemlerdeki farklılıklardan kaynaklanmış olabilir.

4.4.2. Su aktivitesi tayini sonuçları

Farklı kürlenme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki su aktivitesi (a_w) değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.35'te, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Çizelge 4.35. Farklı kürlenme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki su aktivitelerine (a_w) ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	KO	F
Kürleme işlemi (A)	4	0.0001237	32.24**
Depolama süreci (B)	3	0.0001210	31.55**
AxB	12	0.0000498	12.97**
Hata	20	0.0000038	
Toplam	39		

**p<0.01

Çizelge 4.35'te verilen Varyans Analizi sonuçları incelendiğinde; sucuk örneklerinin su aktivitesi (a_w) değerlerinin kürlenme işlemi, depolama süreci ve kürlenme

işlemi x depolama süreci interaksyonundan istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) düzeyde etkilendiği belirlenmiştir.

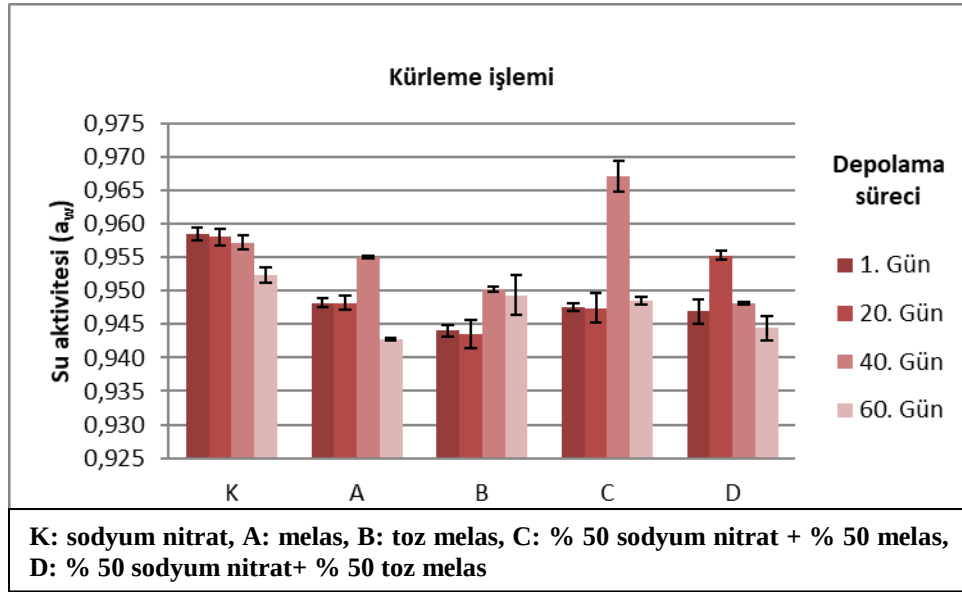
K (kontrol) grubu sucuk örnekleri en yüksek (0.957); A, B ve D sucuk örnekleri ise en düşük (sırasıyla 0.949, 0.947 ve 0.949) su aktivitesi değerine sahip bulunmuştur. En yüksek nem içeriğine sahip olduğu belirlenen K (kontrol) grubu sucukların su aktivitesi değerlerinin de en yüksek olması beklenen bir durumdur.

Depolama süreci boyunca modifiye atmosfer ambalaj içerisinde bulunan sucuk örneklerinin su aktivitesi değerlerinde dalgalanmalar meydana gelmiş olsa da depolama sürecinin başında (1. gün) 0.949 olan su aktivitesi değeri, depolamanın sonunda (60. gün) 0.948 seviyesine düşmüş ve bu düşüş istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Şekil 4.18’de sucuk örneklerinin su aktivitesi değerlerinde depolama süreci boyunca görülen değişim verilmiştir.

Çizelge 4.36. Farklı kürlleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki ortalama su aktivitesi (a_w) değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürlleme işlemi (A)	n	Su aktivitesi (a_w)
K (sodyum nitrat)	8	0.957±0.001 ^a
A (melas)	8	0.949±0.002 ^c
B (toz melas)	8	0.947±0.001 ^c
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	8	0.953±0.003 ^b
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	8	0.949±0.002 ^c
Depolama Süreci (B)		
1. Gün	10	0.949±0.002 ^{bc}
20. Gün	10	0.951±0.002 ^b
40. Gün	10	0.956±0.002 ^a
60. Gün	10	0.948±0.001 ^c
AxB		
K x 1. Gün	2	0.959±0.001 ^b
K x 20. Gün	2	0.958±0.001 ^{bc}
K x 40. Gün	2	0.957±0.001 ^{bc}
K x 60. Gün	2	0.952±0.001 ^{bcdef}
A x 1. Gün	2	0.948±0.001 ^{defg}
A x 20. Gün	2	0.948±0.001 ^{defg}
A x 40. Gün	2	0.955±0.000 ^{bcde}
A x 60. Gün	2	0.943±0.000 ^g
B x 1. Gün	2	0.944±0.001 ^g
B x 20. Gün	2	0.944±0.002 ^g
B x 40. Gün	2	0.950±0.000 ^{cdefg}
B x 60. Gün	2	0.949±0.003 ^{defg}
C x 1. Gün	2	0.948±0.001 ^{defg}
C x 20. Gün	2	0.947±0.002 ^{efg}
C x 40. Gün	2	0.967±0.002 ^a
C x 60. Gün	2	0.949±0.001 ^{defg}
D x 1. Gün	2	0.947±0.002 ^{fg}
D x 20. Gün	2	0.955±0.001 ^{bcd}
D x 40. Gün	2	0.948±0.000 ^{defg}
D x 60. Gün	2	0.944±0.002 ^{fg}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki ($p<0.01$) olarak birbirinden farklıdır. Ortalama±standart hata



Şekil 4.18. Farklı kürleme işlemi x depolama süreci interaksyonunun sucukların su aktivitesi (a_w) değerlerine etkisi

Coşkuner (2002); geleneksel yöntemle ve ısıtma işlemi uygulanarak ürettiği sucukların ortalama su aktivitelerini 0.904 olarak belirlemiş ve 90 günlük depolama sürecinin sucukların su aktivitelerinde çok az azalmaya neden olduğunu bildirmiştir.

Geleneksel yöntemle üretilen hindi sucuklarının son üründe su aktivitesi değerlerinin 0.918- 0.942 aralığında olduğu ve 120 gün boyunca depolanan sucukların su aktivitelerinde azalma olduğu rapor edilmiştir (Ensoy, 2004).

Yalınkılıç ve ark. (2012) % 0, 2 ve 4 seviyesinde portakal lifi ve % 10, 15 ve 20 oranında yağ kullanılarak elde edilen sucukların su aktivitesi değerlerini; 0.875-0.952 aralığında belirlemişlerdir.

4.4.3. Protein, toplam yağ ve toplam kül tayini sonuçları

Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki protein, toplam yağ ve toplam kül içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.37’de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.38’de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki protein, toplam yağ ve toplam kül içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	Protein		Toplam Yağ		Toplam Kül	
		KO	F	KO	F	KO	F
Kürleme işlemi (A)	4	2.0696	10.64**	6.6423	47.63**	0.057918	20.55**
Depolama süreci (B)	1	10.4980	53.96**	0.0115	0.08	0.000432	0.15
AxB	4	1.0037	5.16*	0.9200	6.60**	0.023097	8.19**
Hata	10	0.1946		0.1394		0.002819	
Toplam	19						

**p<0.01; *p<0.05

Varyans Analizi sonuçlarına göre; sucuk örneklerinin protein içerikleri üzerine kürlleme işlemi ve depolama sürecinin etkileri istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Ayrıca kürlleme işlemi x depolama süreci interaksyonunun etkilerinin de istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) düzeyde olduğu belirlenmiştir.

A grubu sucuk örneklerinin en yüksek (% 23.31) protein içeriğine; K, B, C ve D gruplarının ise en düşük protein içeriğine (sırasıyla % 21.69, 21.66, 22.25 ve 21.63) sahip olduğu belirlenmiştir. Sucuk örneklerinin depolama süreci sonunda ortalama protein içerikleri % 21.63-23.31 arasında tespit edilmiş olup, sucukların protein içeriğinin, mevzuatta fermente sucuk için belirlenen en düşük miktar olan %16'dan oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2018).

Depolama sürecinin ilerlemesiyle, sucuk örneklerinin protein içeriklerinde artış meydana gelmiştir. Bu durum sucuk örneklerinin nem miktarının azalmasıyla birlikte sucuk kütlesinde bulunan protein miktarının oransal olarak artışı ile açıklanabilmektedir. Depolama sürecinin başında (1. gün) % 21.38 olan protein içeriği, depolamanın sonunda (60. gün) % 22.83 olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.19'da farklı kürlleme işlemi uygulanarak üretilen sucukların depolama süreci boyunca protein içeriklerinde meydana gelen değişim gösterilmektedir.

Çizelge 4.38. Farklı kürlleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki ortalama protein, toplam yağ ve toplam kül içeriklerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

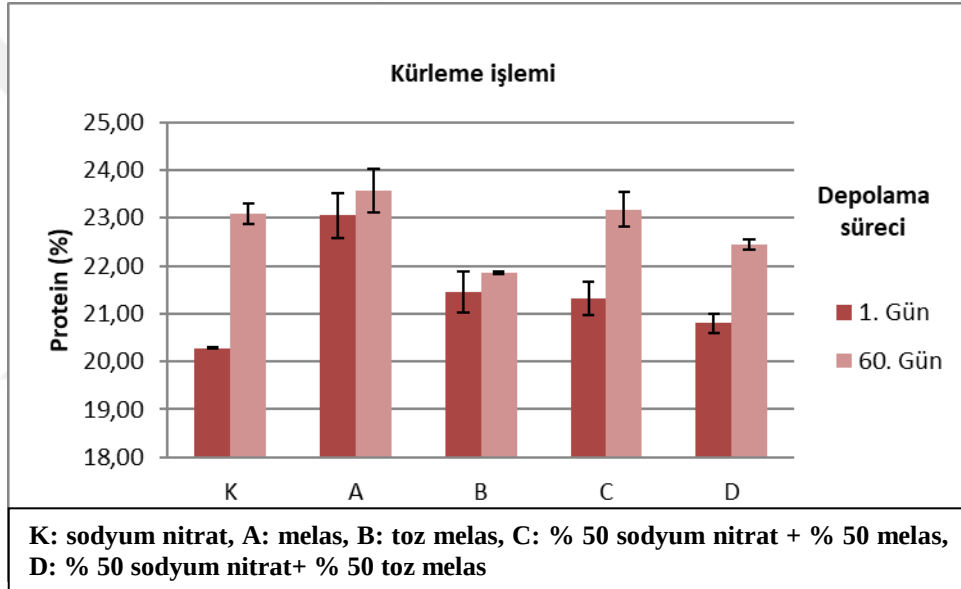
Kürlleme işlemi (A)	n	Protein (%)	Toplam Yağ (%)	Toplam Kül (%)
K (sodyum nitrat)	4	21.69±0.82 ^b	34.93±0.37 ^b	2.38±0.06 ^a
A (melas)	4	23.31±0.31 ^a	34.35±0.20 ^b	2.47±0.03 ^a
B (toz melas)	4	21.66±0.21 ^b	36.75±0.29 ^a	2.20±0.04 ^b
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	4	22.25±0.57 ^b	37.37±0.14 ^a	2.50±0.06 ^a
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	4	21.63±0.49 ^b	35.11±0.38 ^b	2.46±0.03 ^a
Depolama süreci (B)				
1. Gün	10	21.38±0.33 ^b	35.73±0.46	2.40±0.03
60. Gün	10	22.83±0.22 ^a	35.68±0.37	2.41±0.06
AxB				
K x 1. Gün	2	20.28±0.01 ^e	34.43±0.00 ^{cd}	2.47±0.03 ^{ab}
K x 60. Gün	2	23.09±0.22 ^{ab}	35.42±0.59 ^{bcd}	2.28±0.04 ^{bcd}
A x 1. Gün	2	23.05±0.48 ^{abc}	34.02±0.03 ^d	2.43±0.02 ^{abc}
A x 60. Gün	2	23.56±0.46 ^a	34.70±0.02 ^{cd}	2.51±0.02 ^a
B x 1. Gün	2	21.45±0.44 ^{bcde}	37.23±0.09 ^a	2.25±0.03 ^{cd}
B x 60. Gün	2	21.86±0.02 ^{abcde}	36.27±0.15 ^{ab}	2.16±0.06 ^d
C x 1. Gün	2	21.32±0.36 ^{cde}	37.28±0.03 ^a	2.40±0.05 ^{abc}
C x 60. Gün	2	23.18±0.36 ^{ab}	37.46±0.32 ^a	2.60±0.03 ^a
D x 1. Gün	2	20.80±0.20 ^{de}	35.67±0.47 ^{bc}	2.44±0.04 ^{abc}
D x 60. Gün	2	22.45±0.10 ^{abcd}	34.55±0.08 ^{cd}	2.48±0.04 ^{ab}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki ($p<0.01$; $p<0.05$) olarak birbirinden farklıdır.
Ortalama±standart hata

Dalmış (2007); geleneksel yöntem ve ısı ileme ürettiğı sucukların 90 günlük depolama sürecinin sonunda, sırasıyla ortalama; % 24.07 ve % 22.28 seviyesinde protein içerdiğini rapor etmiştir.

Bir başka çalışmada, % 1, 2.5 ve 5 seviyelerinde turunc albedosu katılarak üretilen sucukların protein içeriklerinin % 31.82-34.94 aralığında olduğu bildirilmiştir (Coksever ve Saricoban, 2010).

Çeşitli bitkisel yağlar ilave edilerek üretilen sucukların protein içerikleri % 44.51-47.69 aralığında bulunmuştur. Çalışma sonunda sucuk üretiminde aspir, fındık ve zeytinyağının % 10, 20 ve 30 düzeylerinde kullanımı protein içeriğini etkilemezken, ceviz yağı kullanımının istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) düzeyde etkilerinin olduğu bildirilmiştir (Ay, 2015).



Şekil 4.19. Farklı kürleme işlemi x depolama süreci interaksyonunun sucukların protein (%) içeriklerine etkisi

Varyans Analizi sonuçları incelendiğinde sucuk örneklerinin yağ içerikleri üzerine kürleme işlemi ve kürleme işlemi x depolama süreci interaksyonunun istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) düzeyde etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.38 incelendiğinde, sucuk örneklerimizin yağ miktarlarının % 34.35-37.37 arasında değiştiği görülmüştür. En düşük yağ miktarı K, A ve D grubu sucuklarda, en yüksek yağ miktarı ise; B ve C grubu sucuklarda saptanmıştır.

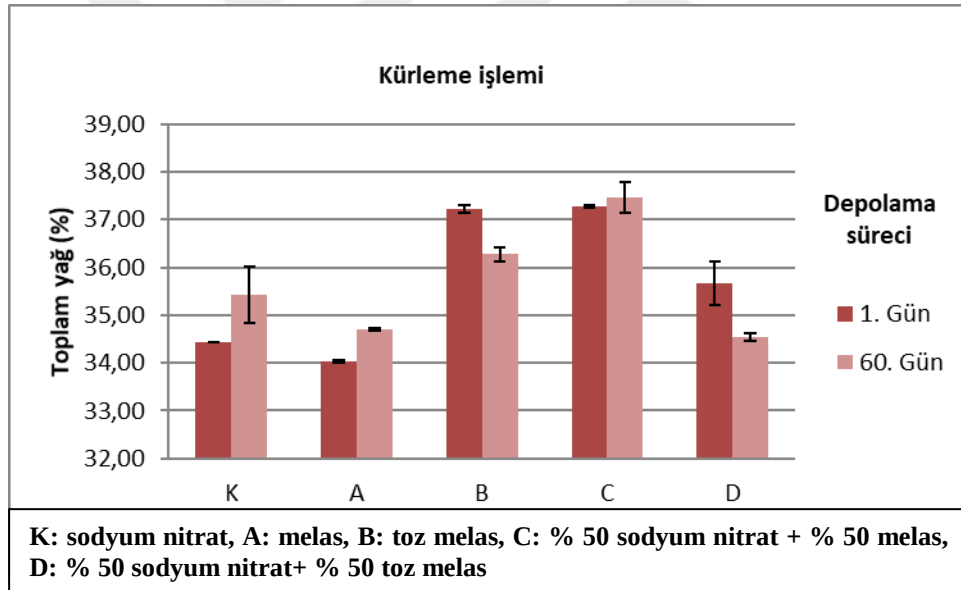
60 günlük modifiye atmosfer ambalaj içerisinde depolamanın, sucukların yağ içeriği üzerine olan etkisinin istatistiki olarak önemsiz ($p>0.05$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.20'de sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca yağ

miktarında meydana gelen değişim gösterilmiştir. C grubu sucukların toplam yağ içerikleri depolama süreci boyunca değişmezken, K ve A grubu sucukların yağ içeriğinde artış, B ve D grubu sucukların yağ içeriğinde ise düşüş olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada elde ettiğimiz sucukların ortalama yağ içerikleri mevzuatta izin verilen en üst değer olan % 40'ın altındadır (Anonim, 2018).

Gök (2006); üç ay boyunca depoladığı sucuk örneklerinin toplam yağ içeriklerinde depolama sonunda nem miktarının azalmasına bağlı olarak artış meydana geldiğini ve % 31.79-33.98 aralığında olduğunu bildirmiştir.

Farklı probiyotik kültürler kullanılarak üretilen hindi sucuklarının 8 ay boyunca depolandığı bir çalışmada, sucukların toplam yağ içerikleri % 33.09-41.19 aralığında tespit edilmiştir (Ergönül, 2009).

Sucuk örneklerimizde belirlenen toplam yağ içeriği sonuçları, literatür bulgularıyla benzerlik göstermiştir.



Şekil 4.20. Farklı kürleme işlemi x depolama süreci interaksiyonunun sucukların toplam yağ (%) içeriklerine etkisi

Varyans Analizi sonuçlarına göre sucukların toplam kül içeriklerinin kürleme işlemi ve kürleme işlemi x depolama süreci interaksiyonundan istatistiki olarak çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde etkilendiği belirlenmiştir.

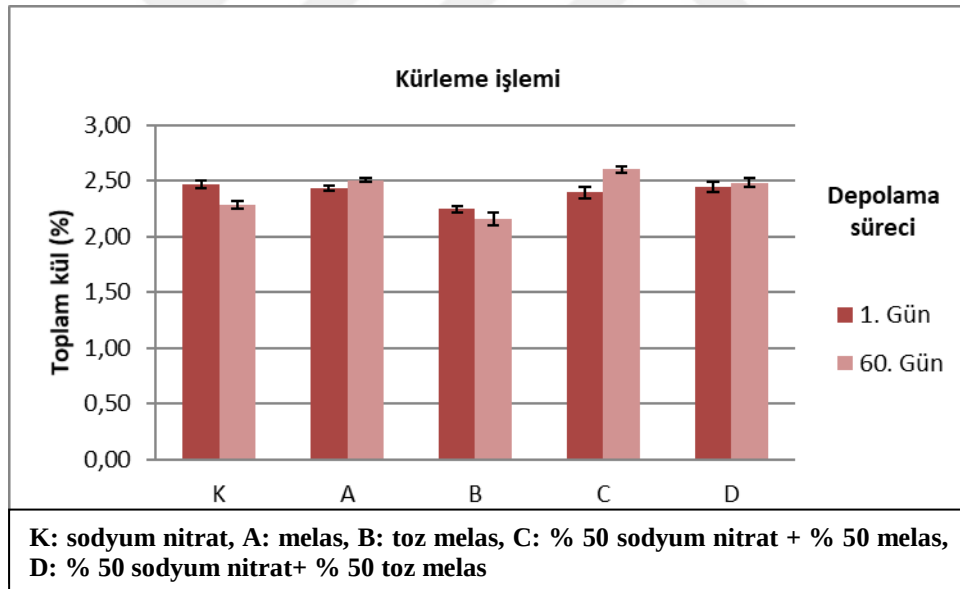
B grubu sucukların en düşük (% 2.20) toplam kül içeriğine sahip olduğu belirlenmiş olup diğer muamele grupları arasında toplam kül içerikleri açısından istatistiki olarak önemli düzeyde bulunmamıştır ($p > 0.05$). Çizelge 4.4 incelendiğinde

melas ve toz melasın toplam kül içeriklerinin sırasıyla; % 8.88 ve % 4.76 olduğu görülmektedir. Bu durum B grubu (toz melas ilaveli) sucukların düşük toplam kül içeriklerini açıklamaktadır. Şekil 4.21’de çalışmamızda elde edilen sucukların depolama süreci boyunca toplam kül içeriklerinde meydana gelen değişim verilmiştir.

Sucuk üretiminde farklı üretim yöntemleri ve starter kültür kullanılan bir çalışmada, geleneksel yöntemle üretilmiş sucukların, % 2.91 ve % 3.38, ısıtılarak üretilmiş sucukların ise; % 3.10 ve % 3.44 düzeyinde kül içerdiği belirlenmiştir (Dalmış, 2007).

Ergönül (2009); probiyotik mikroorganizma ilaveli hindi sucuklarının kül içeriklerini; 0., 2., 4., 6., ve 8. ay depolama sonunda sırasıyla; % 1.70-1.85, % 1.76-1.84, % 1.89-1.92, % 1.86-1.91 ve % 1.83-1.93 olarak belirlemiştir.

Ay (2015); sucukların kül içeriklerini % 8.27-9.13 aralığında belirlemiş olup, bu çalışmada elde edilen yüksek kül içeriklerinin nedeni baharat miktarı, et kalitesi ve sucuk üretiminde kullanılan çeşitli bitkisel yağların kullanımı şeklinde açıklanmıştır.



Şekil 4.21. Farklı kürleme işlemi x depolama süreci interaksiyonunun sucukların toplam kül (%) içeriklerine etkisi

4.4.4. pH tayini sonuçları

Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki pH değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.39’da, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.40’ta verilmiştir.

Çizelge 4.39. Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki pH değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	KO	F
Kürleme işlemi (A)	4	0.082683	139.48**
Depolama süreci (B)	3	0.005055	8.53**
AxB	12	0.006783	11.44**
Hata	20	0.000593	
Toplam	39		

**p<0.01

Çizelge 4.39’da verilen Varyans Analizi sonuçlarına göre; sucukların pH değerleri üzerinde kürleme işlemi, depolama süreci ve kürleme işlemi x depolama süreci interaksiyonunun istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) düzeyde etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.40. Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki ortalama pH değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

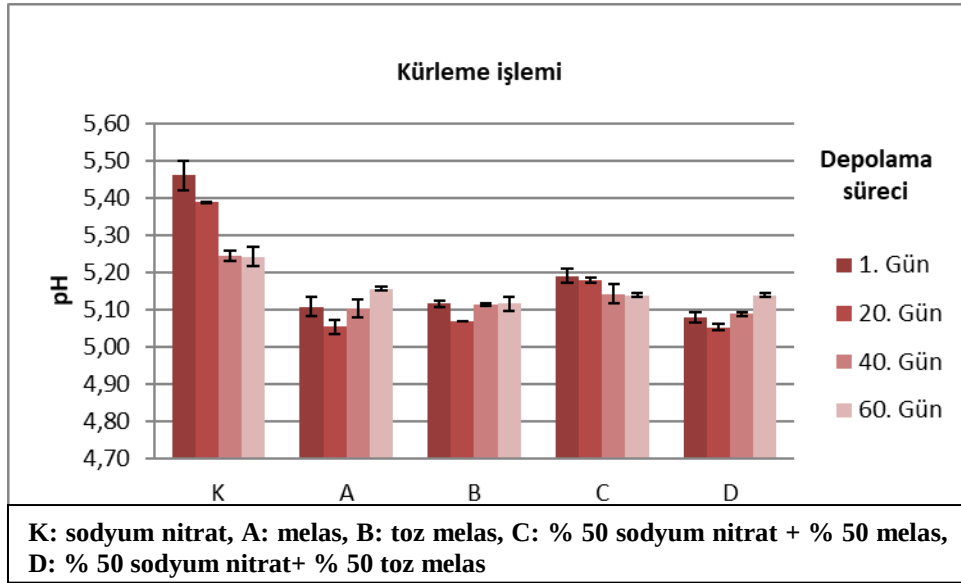
Kürleme işlemi (A)	n	pH
K (sodyum nitrat)	8	5.33±0.04 ^a
A (melas)	8	5.11±0.02 ^c
B (toz melas)	8	5.10±0.01 ^c
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	8	5.16±0.01 ^b
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	8	5.09±0.01 ^c
Depolama süreci (B)		
1. Gün	10	5.19±0.05 ^a
20. Gün	10	5.15±0.04 ^b
40. Gün	10	5.14±0.02 ^b
60. Gün	10	5.16±0.02 ^b
AxB		
K x 1. Gün	2	5.46±0.04 ^a
K x 20. Gün	2	5.39±0.00 ^a
K x 40. Gün	2	5.24±0.01 ^b
K x 60. Gün	2	5.24±0.03 ^b
A x 1. Gün	2	5.11±0.03 ^{cdef}
A x 20. Gün	2	5.05±0.02 ^f
A x 40. Gün	2	5.10±0.02 ^{cdef}
A x 60. Gün	2	5.16±0.01 ^{bcde}
B x 1. Gün	2	5.12±0.01 ^{cdef}
B x 20. Gün	2	5.07±0.00 ^{ef}
B x 40. Gün	2	5.11±0.00 ^{cdef}
B x 60. Gün	2	5.12±0.02 ^{cdef}
C x 1. Gün	2	5.19±0.02 ^{bc}
C x 20. Gün	2	5.18±0.01 ^{bcd}
C x 40. Gün	2	5.14±0.03 ^{cdef}
C x 60. Gün	2	5.14±0.01 ^{cdef}
D x 1. Gün	2	5.08±0.01 ^{ef}
D x 20. Gün	2	5.05±0.01 ^f
D x 40. Gün	2	5.09±0.01 ^{def}
D x 60. Gün	2	5.14±0.01 ^{cdef}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki ($p<0.01$) olarak birbirinden farklıdır.
Ortalama±standart hata

K (kontrol) grubu sucukların en yüksek (5.33), A, B ve D grubu sucukların ise en düşük (sırasıyla 5.11, 5.10 ve 5.09) pH değerlerine sahip olduğu bulunmuştur. K (kontrol) grubu sucukların formülasyonunda ilave herhangi bir karbonhidrat kaynağı bulunmamaktadır. Diğer gruplara göre daha az laktik asit meydana gelmiş olabilir. Bu durum; K (kontrol) grubu sucukların daha yüksek pH değerlerini açıklamamıza yardımcı olabilir.

Depolama sürecinin başında (1. gün) sucuk örneklerinin ortalama pH değerleri 5.19 olarak belirlenmiş olup, 20. günde 5.15 seviyesine düşmüştür. Depolama sürecinin diğer günlerinde ise sucukların pH değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark oluşmamıştır ($p>0.05$). Bu durumu; depolama süreci ilerledikçe, muhtemelen laktik asit bakterilerinin faaliyetlerinin yavaşlaması ve/veya durması ile açıklayabiliriz.

Şekil 4.22’de depolama süreci boyunca sucuk örneklerinin pH değerlerinde meydana gelen değişim gösterilmiştir. K (kontrol) ve C grubu sucukların pH değerlerinde depolama süreci boyunca düzenli bir azalma görülürken, A ve D grubu sucukların pH değerlerinin ise arttığı görülmektedir. Literatürde depolama süreci boyunca pH değerinde azalma olduğunu bildiren çalışmalar (Hwang ve ark., 2017; Babaoğlu, 2020) olmakla birlikte, depolama periyodunda örneklerin pH değerlerinde artış olduğunu (Diaz ve ark., 1993; Gök, 2006; Gökmen, 2010; Jin ve ark., 2014; Arslan, 2016; Kozan, 2018) veya pH değerlerinde meydana gelen farklılıkların önemsiz olduğunu (Krause ve ark., 2011; Sucu ve Turp, 2018) rapor eden çalışmalar da mevcuttur. Depolama süresince pH değerlerinde meydana gelen artışa; amino asitlerin dekarboksilasyonu veya deaminasyonu sonucunda; amonyum, amin gibi protein olmayan azotlu bileşiklerin oluşması ve zamanla söz konusu bileşiklerin konsantrasyonunun artmasının neden olduğu bildirilmiştir (Ensoy, 2004). Toldrá (2006a) ise pH’da meydana gelen artışa Maillard ve lipoliz gibi karbonhidrat ve lipid reaksiyonlarının neden olabileceğini rapor etmiştir.



Şekil 4.22. Farklı kürleme işlemi x depolama süreci interaksiyonunun sucukların pH değerlerine etkisi

4.4.5. Titrasyon asitliği tayini sonuçları

Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki titrasyon asitliği (% laktik asit) değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.41’de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.41. Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki titrasyon asitliği (% laktik asit) değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	KO	F
Kürleme işlemi (A)	4	0.032907	435.08**
Depolama süreci (B)	1	0.000239	3.16
AxB	4	0.000953	12.61**
Hata	10	0.000076	
Toplam	19		

**p<0.01

Varyans Analizi sonucuna göre; sucukların depolama sürecindeki titrasyon asitliği değerleri üzerine kürleme işlemi ve kürleme işlemi x depolama süreci interaksiyonunun istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) düzeyde etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.42. Farklı kürlleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki ortalama titrasyon asitliği değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürlleme işlemi (A)	n	Titrasyon asitliği (% laktik asit)
K (sodyum nitrat)	4	0.946±0.003 ^d
A (melas)	4	0.992±0.008 ^c
B (toz melas)	4	1.106±0.008 ^b
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	4	1.094±0.009 ^b
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	4	1.169±0.014 ^a
Depolama süreci (B)		
1. Gün	10	1.058±0.025 ^a
60. Gün	10	1.065±0.030 ^a
AxB		
K x 1. Gün	2	0.941±0.001 ^t
K x 60.Gün	2	0.950±0.001 ^{et}
A x 1. Gün	2	1.006±0.001 ^d
A x 60.Gün	2	0.978±0.006 ^{de}
B x 1. Gün	2	1.115±0.003 ^{bc}
B x 60.Gün	2	1.097±0.012 ^c
C x 1. Gün	2	1.082±0.002 ^c
C x 60.Gün	2	1.107±0.012 ^c
D x 1. Gün	2	1.145±0.005 ^b
D x 60.Gün	2	1.193±0.001 ^a

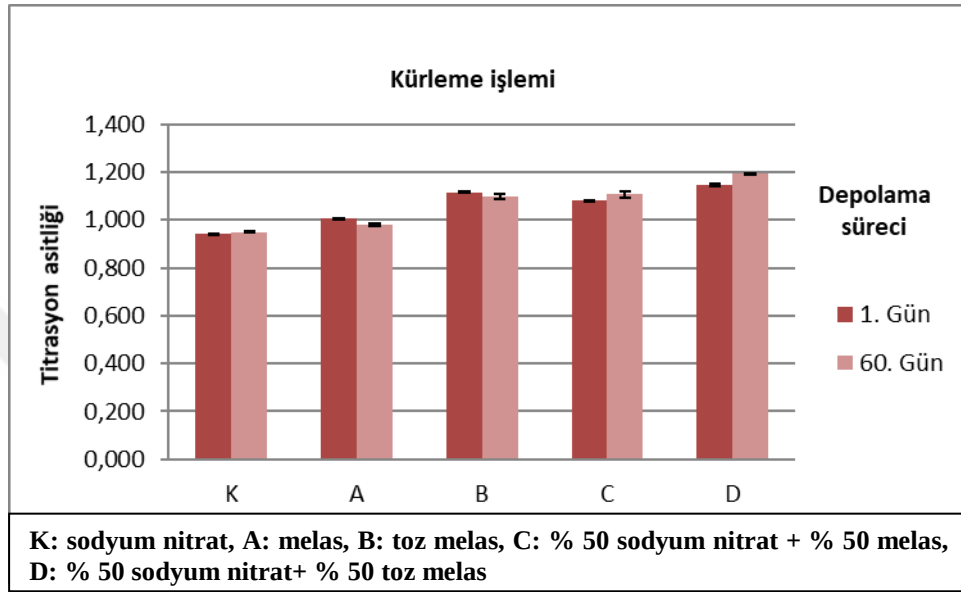
*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki ($p<0.01$) olarak birbirinden farklıdır.
Ortalama±standart hata

D grubu sucuklar en yüksek (% 1.169 laktik asit) titrasyon asitliği değerine sahip bulunmuş olup, bunu diğer alternatif kürlleme işlemleri takip etmiştir. K (kontrol) grubu sucukların en düşük titrasyon asitliğine sahip olduğu ve sucukların alternatif kürlleme işlemi ile üretilmesinin titrasyon asitliğinde artışa neden olduğu belirlenmiştir. Bu durum olgunlaştırma sürecinde de karşımıza çıkmış olup, beklenen bir durumdur. K (kontrol) grubu sucukların formülasyonunda etin doğal karbonhidrat içeriği dışında karbonhidrat kaynağı kullanılmazken, doğal alternatif kürlleme işlemi uygulanan sucukların formülasyonlarında, laktik asit bakterileri için karbonhidrat kaynağı olabilecek melas veya toz melas bulunması bu durumun muhtemel sebebi olarak gösterilebilir.

Depolama sürecinde sucuk örneklerinin titrasyon asitliğinde artış meydana gelmişse de bu artış istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Farklı kürlleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecinde titrasyon asitliği değerlerinde meydana gelen değişim Şekil 4.23'te verilmiştir.

Coksever ve Saricoban (2010); turunc albedosu ilave ederek ürettikleri sucukların başlangıçta % 0.79 olan titrasyon asitliğinin, 21 gün boyunca düzenli arttığını ve % 1.78 seviyesine çıktığını rapor etmişlerdir.

Zungur Bastıoğlu (2019); fermente hindi sucuklarının titrasyon asitliği değerlerini 1., 2., 3. ve 4. ay depolama sonunda sırasıyla; % 1.20-1.34, % 1.17-1.37, % 1.22-1.39 ve % 1.20-1.40 aralığında belirlemiştir. Fermente dana sucuklarının titrasyon asitliğinin ise; aynı depolama süreçlerinde sırasıyla % 1.11-1.26, % 1.13-1.22, % 1.27-1.58 ve % 1.30-1.50 aralığında olduğu bildirilmiştir.



Şekil 4.23. Farklı kürleme işlemi x depolama süreci interaksyonunun sucukların titrasyon asitliği (% laktik asit) içeriklerine etkisi

4.4.6. Renk analizi sonuçları

4.4.6.1. Dış kesit renk analizi sonuçları

Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki dış kesit yüzeylerinin renk değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.43'te, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.44'te verilmiştir.

Çizelge 4.43. Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecinde dış kesit yüzeylerinin renk değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	L*		a*		b*	
		KO	F	KO	F	KO	F
Kürleme işlemi (A)	4	1.249	1.33	6.8143	11.04**	2.386	2.15
Depolama süreci (B)	3	67.550	71.74**	7.6052	12.32**	62.377	56.14**
A x B	12	3.952	4.20**	1.4588	2.36*	5.548	4.99**
Hata	20	0.942		0.6174		1.111	
Toplam	39						

**p<0.01; * p<0.05

Varyans analizi sonuçlarına göre; depolama sürecinde sucuk örneklerinin dış kesit yüzeylerine ait L^* ve b^* renk değerleri üzerine depolama süreci ve kürlleme işlemi x depolama süreci interaksyonunun etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Ayrıca dış kesit yüzeylerine ait a^* renk değeri üzerine kürlleme işlemi ve depolama sürecinin ($p<0.01$) ve kürlleme işlemi x depolama süreci interaksyonunun istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) düzeyde etkileri olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.44. Farklı kürlleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki dış kesit yüzeylerinin ortalama renk değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürlleme işlemi (A)	n	L^*	a^*	b^*
K (sodyum nitrat)	8	34.02±1.20 ^a	15.56±0.42 ^c	13.75±1.19 ^a
A (melas)	8	33.43±1.08 ^a	17.36±0.33 ^{ab}	14.17±0.74 ^a
B (toz melas)	8	33.87±0.49 ^a	16.34±0.52 ^{bc}	13.04±1.13 ^a
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	8	33.07±0.89 ^a	17.96±0.56 ^a	13.85±1.14 ^a
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	8	33.32±1.07 ^a	16.81±0.25 ^{ab}	12.90±0.63 ^a
Depolama süreci (B)				
1. Gün	10	29.71±0.40 ^b	15.70±0.35 ^c	9.87±0.41 ^b
20. Gün	10	34.28±0.28 ^a	17.15±0.29 ^{ab}	14.79±0.43 ^a
40. Gün	10	35.42±0.29 ^a	16.61±0.22 ^{bc}	14.14±0.53 ^a
60. Gün	10	34.75±0.69 ^a	17.76±0.62 ^a	15.37±0.68 ^a
AxB				
K x 1. Gün	2	29.81±0.32 ^{de}	14.81±0.35 ^{cd}	9.09±0.16 ^{fg}
K x 20. Gün	2	33.80±0.15 ^{bc}	16.73±0.34 ^{bcd}	16.01±0.34 ^{ab}
K x 40. Gün	2	34.45±0.08 ^{abc}	15.58±0.08 ^{bcd}	16.07±0.28 ^{ab}
K x 60. Gün	2	38.01±2.54 ^a	15.14±1.62 ^{bcd}	13.85±2.69 ^{bcd}
A x 1. Gün	2	28.92±0.05 ^e	16.41±0.92 ^{bcd}	10.98±0.53 ^{cdefg}
A x 20. Gün	2	33.79±0.25 ^{bc}	18.14±0.48 ^{ab}	15.20±0.88 ^{abc}
A x 40. Gün	2	36.83±0.32 ^{ab}	17.04±0.40 ^{bcd}	14.63±0.07 ^{abcde}
A x 60. Gün	2	34.19±0.22 ^{abc}	17.84±0.20 ^{abc}	15.85±0.11 ^{ab}
B x 1. Gün	2	31.84±0.09 ^{cde}	14.42±0.61 ^d	7.99±0.33 ^g
B x 20. Gün	2	34.48±0.24 ^{abc}	16.93±0.79 ^{bcd}	15.18±0.43 ^{abc}
B x 40. Gün	2	35.02±0.33 ^{abc}	16.21±0.11 ^{bcd}	14.24±0.24 ^{abcde}
B x 60. Gün	2	34.14±0.78 ^{abc}	17.80±0.70 ^{abc}	14.75±0.82 ^{abcd}
C x 1. Gün	2	29.39±0.05 ^{de}	16.46±0.08 ^{bcd}	10.83±0.37 ^{defg}
C x 20. Gün	2	33.76±0.72 ^{bc}	17.81±0.22 ^{abc}	15.08±0.20 ^{abcd}
C x 40. Gün	2	35.81±0.16 ^{ab}	17.21±0.23 ^{abcd}	11.32±0.56 ^{cdefg}
C x 60. Gün	2	33.30±0.23 ^{bcd}	20.37±0.30 ^a	18.16±0.49 ^a
D x 1. Gün	2	28.58±0.74 ^e	16.43±0.35 ^{bcd}	10.47±0.54 ^{efg}
D x 20. Gün	2	35.57±0.58 ^{abc}	16.12±0.08 ^{bcd}	12.46±0.07 ^{bcd}
D x 40. Gün	2	34.99±0.01 ^{abc}	17.02±0.13 ^{bcd}	14.45±0.07 ^{abcde}
D x 60. Gün	2	34.13±0.59 ^{abc}	17.66±0.43 ^{abc}	14.22±0.72 ^{abcde}

* Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki ($p<0.01$; $p<0.05$) olarak birbirinden farklıdır.
Ortalama±standart hata

Sucuk örneklerinin 60 günlük depolanması sürecinde; C grubu sucukların en yüksek a^* değerine sahip olduğu, bunu A ve D grubu sucukların takip ettiği belirlenmiştir. Depolama sürecinin başında (1. gün) sucuk örneklerinin L^* ve b^*

değerleri sırasıyla 29.71 ve 9.87 olarak belirlenmiş olup bu değerler depolama sürecinin en düşük değerleridir. 20. günde ise sucuk örneklerinin dış kesit yüzeylerine ait L^* ve b^* değerlerinde artış meydana gelmiş olup diğer depolama periyotları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz ($p>0.05$) düzeyde bulunmuştur. En düşük (15.70) a^* değeri depolamanın başında, en yüksek (17.76) a^* değeri ise depolama sürecinin sonunda belirlenmiş olup diğer depolama günlerinde ise a^* değerinde dalgalanmalar olduğu görülmüştür.

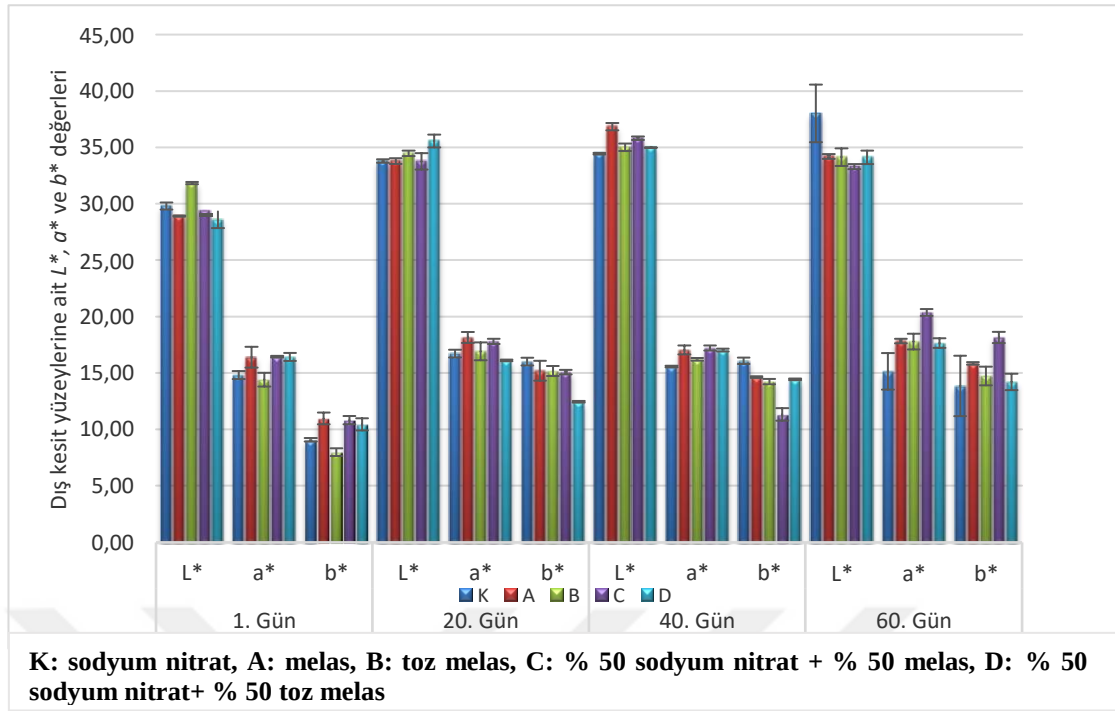
Depolama sürecinin 1., 20., 40. ve 60. günlerinde sucuk örneklerinin dış kesit yüzeylerine ait ortalama renk değerlerindeki değişim Şekil 4.24'te sunulmuştur.

Çeşitli doğal antioksidan kaynaklarının sucuk üretiminde kullanıldığı bir çalışmada, sucuk örneklerinin 90 günlük depolama periyodunda L^* , a^* ve b^* değerlerinde düşüş meydana geldiği rapor edilmiştir. Kontrol grubu örneklerin a^* renk değeri 11.25 iken; 500 ppm biberiye ekstraktı ve 500 ppm tokoferol ilave edilen örneklerin ise a^* değerinin 16.32 olduğu, sonuçta antioksidan kullanımının sucukların a^* renk değerini önemli ($p<0.0001$) düzeyde arttırdığı rapor edilmiştir (Gök ve ark., 2011).

Farklı seviyelerde portakal lifi ve yağ ilave edilerek üretilen sucukların L^* , a^* ve b^* renk değerleri sırasıyla; 42.28-47.28, 11.34-18.85 ve 11.32-18.01 aralığında bulunmuştur (Yalınkılıç ve ark., 2012).

Saygi ve ark. (2018), sucuk örneklerinin 90 gün depolama periyodu sonunda L^* , a^* ve b^* renk değerlerinin sırasıyla; 34.74-36.99, 10.76-13.13 ve 8.97-12.84 aralığında olduğunu bildirmişlerdir.

Zungur Bastıoğlu (2019), 4 ay süreyle depolanan fermente hindi sucuk örneklerinin dış kesit yüzeylerine ait L^* , a^* ve b^* değerlerini depolama sonunda 37.38-46.00, 11.82-15.05 ve 10.63-16.02 aralığında belirlemiştir. Fermente dana sucuklarının aynı renk değerleri ise; 40.90-46.00, 13.36-16.20 ve 12.23-18.31 aralığında bulunmuştur.



Şekil 4.24. Farklı kürleme işlemi x depolama süreci interaksiyonunun sucukların dış kesit yüzeylerine ait L^* , a^* ve b^* renk değerlerine etkisi

4.4.6.2. İç kesit yüzeyi renk analizi sonuçları

Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki iç kesit yüzeylerinin renk değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.45'te, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.46'da verilmiştir.

Çizelge 4.45. Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecinde iç kesit yüzeylerinin renk değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	L^* KO	F	a^* KO	F	b^* KO	F
Kürleme işlemi (A)	4	15.6409	53.80**	4.3065	13.22**	2.3549	5.34**
Depolama süreci (B)	3	14.1337	48.61**	0.9260	2.84	4.7569	10.78**
A x B	12	3.2475	11.17**	1.0903	3.35**	1.9295	4.37**
Hata	20	0.2907		0.3259		0.4411	
Toplam	39						

**p<0.01

Çizelge 4.45'te verilen Varyans Analizi Sonuçlarına göre; sucukların iç kesit yüzeylerine ait L^* ve b^* renk değerleri üzerinde kürleme işlemi, depolama süreci ve kürleme işlemi x depolama süreci interaksiyonunun istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) düzeyde etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Örneklerin iç kesit yüzeylerinin a^* renk değeri üzerinde ise kürleme işlemi ve kürleme işlemi x depolama süreci

interaksiyonunun etkilerinin istatistiki olarak çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

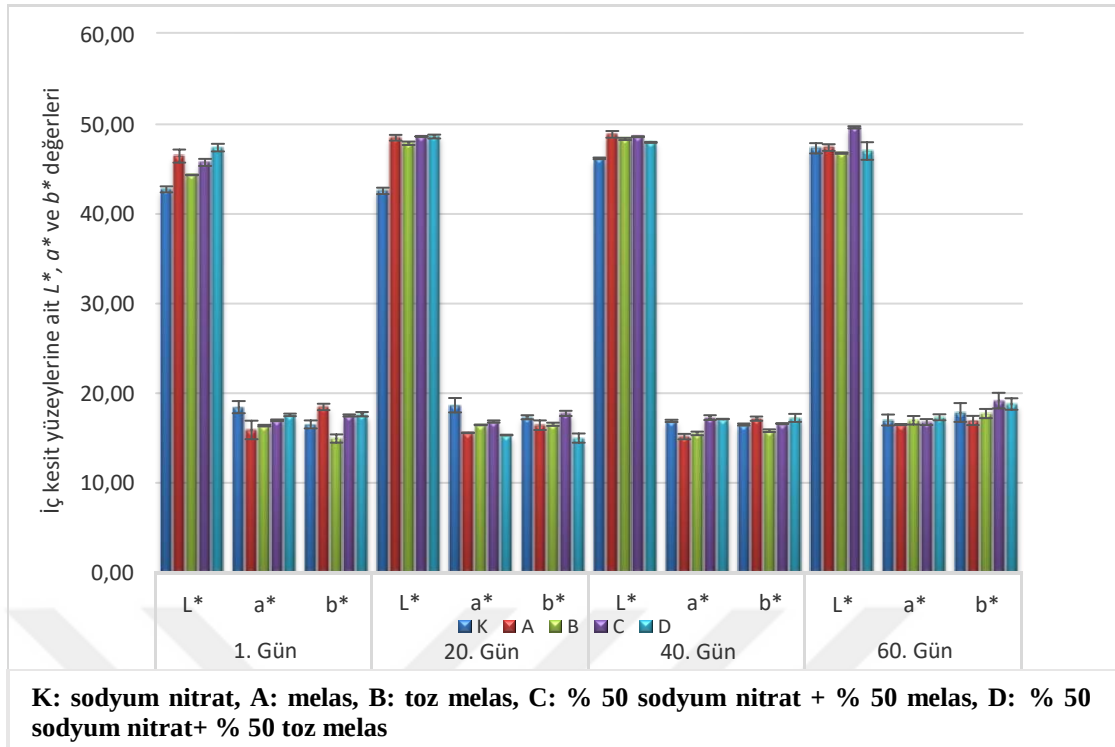
Sucukların doğal alternatif kürleme işlemine tabi tutulması; iç kesit yüzeylerinin L^* değerlerini artırırken, a^* değerlerinin azalmasına yol açmıştır. En yüksek L^* değerleri A, C ve D grubu sucuklarda belirlenmiştir. En yüksek a^* değeri ise K (kontrol) grubu sucuklarda tespit edilmiştir. Sucuk örnekleri b^* değeri bakımından incelendiğinde ise; A grubu sucuklar en yüksek b^* değerine sahipken, B grubu sucuklar ise en düşük b^* değerine sahip bulunmuştur.

Sucukların depolanması iç kesit yüzeylerinin L^* değerini 40. güne kadar arttırmış, 60. günde ise kısmi azalma görülmüştür. b^* değerinin ise depolama sürecinin 1., 20. ve 40. günlerde en düşük olduğu ve aralarındaki farkın istatistiki olarak önemli olmadığı ($p > 0.05$) belirlenmiştir. Depolama sürecinin sonunda ise en yüksek (18.10) b^* değeri ölçülmüştür. b^* değerinde görülen artışa depolama sürecinin ilerlemesiyle meydana gelen oksidasyon reaksiyonlarının neden olabileceği bildirilmiştir (Jin ve ark., 2013). Şekil 4.25'te farklı kürleme işlemi uygulanan sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca iç kesit yüzeylerine ait renk değerlerinde meydana gelen değişim verilmiştir.

Çizelge 4.46. Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki iç kesit yüzeylerinin ortalama renk değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme işlemi (A)	n	L*	a*	b*
K (sodyum nitrat)	8	44.71±0.80 ^c	17.76±0.38 ^a	17.05±0.31 ^{ab}
A (melas)	8	47.80±0.40 ^a	15.79±0.27 ^c	17.27±0.33 ^a
B (toz melas)	8	46.85±0.59 ^b	16.34±0.22 ^{bc}	16.26±0.41 ^b
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	8	48.16±0.55 ^a	16.98±0.11 ^{ab}	17.76±0.39 ^a
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	8	47.76±0.31 ^a	16.84±0.34 ^b	17.17±0.55 ^{ab}
Depolama süreci (B)				
1. Gün	10	45.33±0.56 ^c	17.07±0.35 ^a	17.02±0.42 ^b
20. Gün	10	47.24±0.79 ^b	16.58±0.41 ^a	16.61±0.34 ^b
40. Gün	10	48.01±0.32 ^a	16.40±0.30 ^a	16.67±0.19 ^b
60. Gün	10	47.63±0.39 ^{ab}	16.92±0.16 ^a	18.10±0.36 ^a
AxB				
K x 1. Gün	2	42.73±0.34 ^g	18.45±0.68 ^a	16.52±0.44 ^{abcde}
K x 20. Gün	2	42.58±0.36 ^g	18.66±0.80 ^a	17.32±0.24 ^{abcde}
K x 40. Gün	2	46.20±0.09 ^{def}	16.91±0.13 ^{abc}	16.51±0.10 ^{abcde}
K x 60. Gün	2	47.32±0.57 ^{bcd}	17.01±0.60 ^{abc}	17.84±1.06 ^{abc}
A x 1. Gün	2	46.44±0.73 ^{cdef}	15.91±1.03 ^{bc}	18.48±0.35 ^{abc}
A x 20. Gün	2	48.49±0.31 ^{abc}	15.59±0.02 ^{bc}	16.45±0.53 ^{bcde}
A x 40. Gün	2	48.87±0.39 ^{ab}	15.18±0.30 ^c	17.18±0.23 ^{abcde}
A x 60. Gün	2	47.40±0.37 ^{bcd}	16.51±0.02 ^{abc}	16.96±0.52 ^{abcde}
B x 1. Gün	2	44.36±0.04 ^{fg}	16.39±0.08 ^{abc}	14.94±0.47 ^e
B x 20. Gün	2	47.87±0.21 ^{abcde}	16.48±0.04 ^{abc}	16.54±0.19 ^{abcde}
B x 40. Gün	2	48.38±0.12 ^{abcd}	15.52±0.20 ^{bc}	15.83±0.14 ^{cde}
B x 60. Gün	2	46.78±0.08 ^{bcd}	16.98±0.48 ^{abc}	17.74±0.51 ^{abc}
C x 1. Gün	2	45.76±0.39 ^{ef}	17.00±0.09 ^{abc}	17.53±0.14 ^{abcde}
C x 20. Gün	2	48.63±0.00 ^{ab}	16.85±0.13 ^{abc}	17.76±0.30 ^{abc}
C x 40. Gün	2	48.61±0.05 ^{abc}	17.28±0.27 ^{abc}	16.61±0.03 ^{abcde}
C x 60. Gün	2	49.65±0.12 ^a	16.79±0.34 ^{abc}	19.17±0.86 ^a
D x 1. Gün	2	47.38±0.42 ^{bcd}	17.59±0.15 ^{ab}	17.64±0.25 ^{abcd}
D x 20. Gün	2	48.64±0.20 ^{ab}	15.33±0.03 ^{bc}	14.99±0.52 ^{de}
D x 40. Gün	2	47.99±0.05 ^{abcd}	17.13±0.02 ^{abc}	17.25±0.44 ^{abcde}
D x 60. Gün	2	47.00±0.98 ^{bcd}	17.31±0.33 ^{abc}	18.80±0.64 ^{ab}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî ($p<0.01$) olarak birbirinden farklıdır.
Ortalama±standart hata



Şekil 4.25. Farklı kürleme işlemi x depolama süreci interaksyonunun sucukların iç kesit yüzeylerine ait L^* , a^* ve b^* renk değerlerine etkisi

Sucuk üretiminde doğal antioksidan kullanımının uygulandığı bir çalışmada, 90 gün süreyle depolanan sucuk örneklerinin L^* , a^* ve b^* renk değerlerinde azalmalar olduğu bildirilmiştir (Gök, 2006). Dalmış (2007), 90 gün depolama sürecinin sucuk örneklerinin L^* ve b^* renk değerlerinde düşüşe neden olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen sucukların a^* renk değerlerinde ise; 60. güne kadar düşüş görülmüş, ancak 90. günde tekrar artış meydana gelmiştir.

Yenilebilir kitosan ile kaplanmış sucuklar modifiye atmosfer ambalaj içerisinde 91 gün süreyle depolanmıştır. Depolama sonucunda sucuk örneklerinin L^* değerinde artış, a^* değerinde ise düşüş olduğu bildirilmiştir. b^* değerinde ise sadece kontrol grubunda artış olduğu belirtilmiştir (Şahin ve ark., 2017).

Dört ay boyunca depolanan fermente hindi sucuklarının iç kesit yüzeyine ait L^* , a^* ve b^* değerleri depolama sürecinin sonunda sırasıyla 38.43-49.14, 13.04-15.40 ve 12.98-22.54 olarak bildirilmiştir. Aynı çalışmada üretilen fermente dana sucuklarının aynı renk değerlerinin ise; 35.34-38.80, 11.82-13.89 ve 12.43-22.54 aralığında olduğu rapor edilmiştir (Zungur Bastıoğlu, 2019).

4.4.7. Nitrozomyoglobin tayini sonuçları

Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki nitrozomyoglobin içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları; Çizelge 4.47’de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise; Çizelge 4.48’de verilmiştir.

Çizelge 4.47. Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki nitrozomyoglobin içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	KO	F
Kürleme işlemi (A)	4	88.38	37.09**
Depolama süreci (B)	3	1518.33	637.22**
AxB	12	41.07	17.24**
Hata	20	2.38	
Toplam	39		

**p<0.01

Varyans Analizi sonuçlarına incelendiğinde; sucuk örneklerinin nitrozomyoglobin içerikleri üzerinde kürleme işlemi, depolama süreci ve kürleme işlemi x depolama süreci interaksiyonunun etkilerinin istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.48. Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki ortalama nitrozomyoglobin içeriklerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme işlemi (A)	n	Nitrozomyoglobin (%)
K (sodyum nitrat)	8	41.21±5.31 ^d
A (melas)	8	42.46±3.58 ^{cd}
B (toz melas)	8	49.71±4.12 ^a
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	8	45.97±3.94 ^b
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	8	44.19±4.19 ^{bc}
Depolama süreci (B)		
1. Gün	10	26.35±1.55 ^c
20. Gün	10	48.93±1.99 ^b
40. Gün	10	51.14±1.11 ^a
60. Gün	10	52.42±1.52 ^a
AxB		
K x 1. Gün	2	18.20±0.17 ^h
K x 20. Gün	2	41.52±0.24 ^f
K x 40. Gün	2	52.03±0.07 ^{bcde}
K x 60. Gün	2	53.10±0.16 ^{bcd}
A x 1. Gün	2	26.38±0.29 ^g
A x 20. Gün	2	47.88±0.47 ^{de}
A x 40. Gün	2	46.24±0.61 ^{et}
A x 60. Gün	2	49.35±2.93 ^{de}
B x 1. Gün	2	31.78±0.10 ^g
B x 20. Gün	2	59.82±0.11 ^a
B x 40. Gün	2	50.61±1.00 ^{cde}
B x 60. Gün	2	56.65±0.87 ^{abc}
C x 1. Gün	2	29.05±0.26 ^g
C x 20. Gün	2	47.18±0.21 ^{def}
C x 40. Gün	2	50.61±1.32 ^{cde}
C x 60. Gün	2	57.04±0.18 ^{ab}
D x 1. Gün	2	26.35±2.34 ^g
D x 20. Gün	2	48.26±0.13 ^{de}
D x 40. Gün	2	56.19±1.33 ^{abc}
D x 60. Gün	2	45.94±1.88 ^{ef}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki ($p<0.01$) olarak birbirinden farklıdır.
Ortalama±standart hata

Sucuk üretiminde doğal alternatif kürleme işleminin uygulanması nitrozomyoglobin oluşumunu artırmış olup K (kontrol) grubu sucuklarda en düşük (% 41.21), B grubu sucuklarda ise en yüksek (% 49.71) nitrozomyoglobin oluşumu meydana geldiği belirlenmiştir. Jeong ve ark. (2020a) ve Choi ve ark. (2020), kürleme ajanı olarak doğal kaynaklardan elde edilen nitrat/nitrit kullanıldığında elde edilen örneklerin; nitrosilhemokrom, toplam pigment ve renk verimi gibi değerlerinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Depolama süreci de sucuklarda nitrozomyoglobin oluşumu üzerinde genel olarak arttırıcı etki göstermiştir. Depolama sürecinde 40. güne kadar nitrozomyoglobin içeriğinde artış meydana gelmiştir. 40. ve 60. günlerde ölçülen değerler arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Babaoğlu (2020), depolama

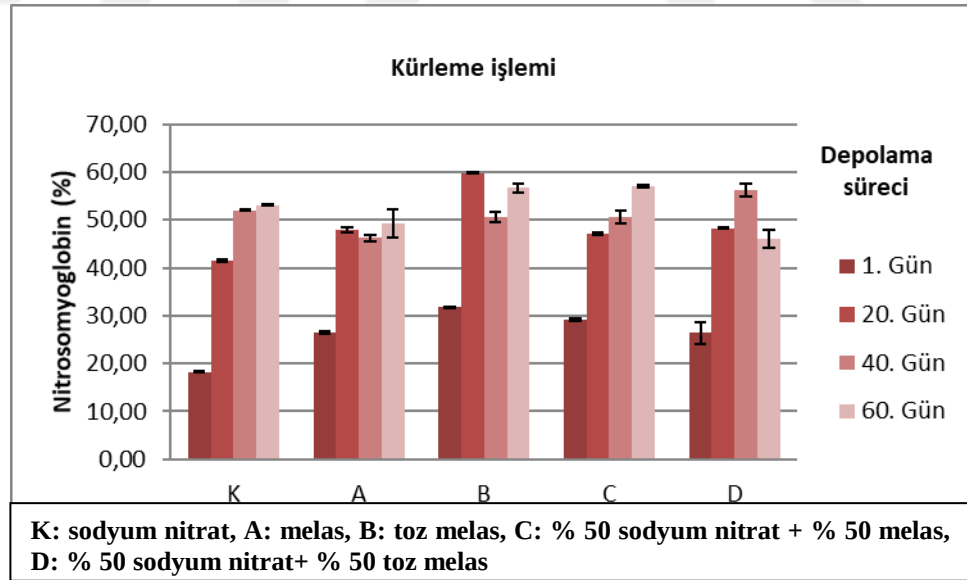
periyodunun, sucuk örneklerinin nitrozomyoglobin miktarlarında artışa neden olduğunu bildirmiştir. Çeşitli sebze tozlarının kürlleme ajanı olarak kullanıldığı çalışmada; sucuk örnekleri 90 gün süreyle depolanmış ve depolama sürecinin başında % 25.22 olan nitrozomyoglobin içeriğinin, depolama sürecinin sonunda % 45.40 seviyelerine tespit rapor edilmiştir.

Ünal (2017b); çeşitli yağ ve baharatlar kullanarak ürettiği sucuklarda, nitrozomyoglobin içeriklerini; % 37.47-51.64 arasında belirlemiştir.

Sucuk örneklerimizin nitrozomyoglobin içerikleri; Ünal (2017b) ve Babaoğlu (2020)'nın bildirdiği sonuçlar ile uyumlu olmasına rağmen, diğer bazı çalışmalardan daha düşük seviyede kalmıştır. Ercoşkun (2006); ısıtma işlemi uygulanmamış sucuk örneklerinin nitrozomyoglobin içeriğinin; % 36.17-85.16 aralığında olduğunu bildirmiştir.

Çalışmalar arasında görülen bu farklılıkların sebebinin sucuk formülasyonları, üretim şartları ve uygulanan muamelelerdeki farklılıklardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Şekil 4.26'da farklı kürlleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki ortalama nitrozomyoglobin içeriklerinde (%) meydana gelen değişim verilmiştir.



Şekil 4.26. Farklı kürlleme işlemi x depolama süreci interaksiyonunun sucukların nitrozomyoglobin (%) içeriklerine etkisi

4.4.8. Kalıntı nitrat ve kalıntı nitrit tayini sonuçları

Farklı kürlenme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki kalıntı nitrat ve kalıntı nitrit içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.49’da, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.50’de verilmiştir.

Çizelge 4.49. Farklı kürlenme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki kalıntı nitrat ve nitrit içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	Kalıntı nitrat		Kalıntı nitrit	
		KO	F	KO	F
Kürleme işlemi (A)	4	76.83	51.24**	0.32459	6.00**
Depolama süreci (B)	3	1100.93	734.31**	0.07706	1.42
AxB	12	47.01	31.35**	0.31792	5.88**
Hata	20	1.50		0.05408	
Toplam	39				

**p<0.01

Varyans Analizi sonuçları incelendiğinde; sucukların kalıntı nitrat içeriklerinin; kürlenme işlemi, depolama süreci ve kürlenme işlemi x depolama süreci interaksiyonundan istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) düzeyde etkilendiği belirlenmiştir.

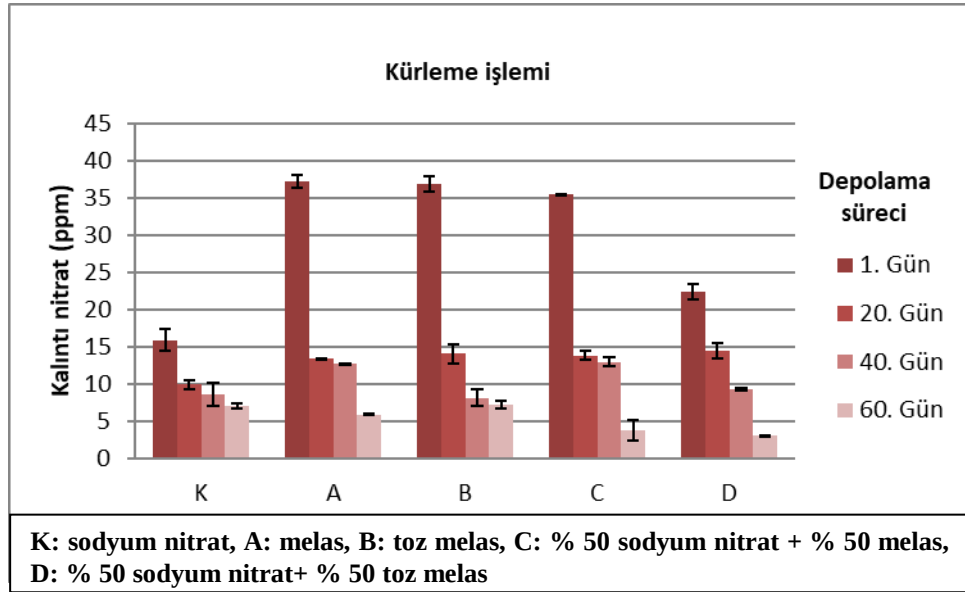
Sucuk üretiminde alternatif kürlenme işlemi; son üründe kalıntı nitrat miktarlarının artışına yol açmıştır. En yüksek kalıntı nitrat içerikleri A, B ve C grubu sucuklarda belirlenmiş olup bu değerler sırasıyla; 17.28 ppm, 16.55 ppm ve 16.44 ppm şeklinde belirlenmiştir. K (kontrol) grubu sucuklar ise en düşük (10.29 ppm) kalıntı nitrat içeriğine sahip bulunmuştur. Olgunlaştırma sürecinde olduğu gibi depolama sürecinde de Kontrol grubu örneklerin pH değerlerinin diğer gruplardan daha yüksek olmasının bu durumun sebebi olduğu düşünülmektedir. Düşük pH’larda nitrat redüktaz aktivitesine sahip bakterilerin inhibe olmasının, sucuklarda daha fazla miktarda kalıntı nitrat oluşumuna yol açtığı bildirilmiştir (Eisnaité ve ark., 2020).

Depolama sürecinin ilerlemesiyle, sucukların kalıntı nitrat içeriklerinde azalma meydana gelmiştir. 1. günde 29.55 ppm olan kalıntı nitrat içeriği, depolama sürecinin sonunda 5.33 ppm seviyesine inmiştir. Sucuk üretiminde kullanılan starter kültürler, nitrat redüktaz enzim aktiviteleri sonucunda nitratin, nitrite indirgenmesini sağlamaktadır. 60. günde en düşük kalıntı nitrat içeriği; D grubu sucuk örneklerinde (3.02 ppm) belirlenmiş olup, bunu C grubu sucuklar (3.68 ppm) takip etmiştir. Şekil 4.27’de depolama süreci boyunca sucuk örneklerinin kalıntı nitrat içeriklerinde meydana gelen değişim gösterilmiştir.

Çizelge 4.50. Farklı kütleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki ortalama kalıntı nitrat ve kalıntı nitrit içeriklerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kütleme işlemi (A)	n	Kalıntı nitrat (ppm)	Kalıntı nitrit (ppm)
K (sodyum nitrat)	8	10.29±1.34 ^c	4.75±0.20 ^b
A (melas)	8	17.28±4.49 ^a	5.28±0.19 ^a
B (toz melas)	8	16.55±4.57 ^a	5.15±0.06 ^a
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	8	16.44±4.41 ^a	5.18±0.07 ^a
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	8	12.26±2.70 ^b	5.11±0.09 ^a
Depolama süreci (B)			
1. Gün	10	29.55±2.95 ^a	5.01±0.17 ^a
20. Gün	10	13.09±0.61 ^b	5.18±0.15 ^a
40. Gün	10	10.28±0.76 ^c	5.04±0.10 ^a
60. Gün	10	5.33±0.61 ^d	5.16±0.07 ^a
AxB			
K x 1. Gün	2	15.83±1.48 ^c	4.06±0.13 ^c
K x 20. Gün	2	9.86±0.59 ^{defgh}	4.66±0.08 ^{bc}
K x 40. Gün	2	8.54±1.62 ^{ighi}	4.85±0.26 ^{bc}
K x 60. Gün	2	6.93±0.34 ^{hij}	5.45±0.20 ^{ab}
A x 1. Gün	2	37.20±0.92 ^a	4.99±0.14 ^{bc}
A x 20. Gün	2	13.38±0.08 ^{cdef}	5.97±0.06 ^a
A x 40. Gün	2	12.72±0.01 ^{cdefg}	5.25±0.53 ^{ab}
A x 60. Gün	2	5.84±0.07 ^{hij}	4.93±0.07 ^{bc}
B x 1. Gün	2	36.89±1.00 ^a	5.06±0.07 ^{ab}
B x 20. Gün	2	14.05±1.27 ^{cde}	5.32±0.20 ^{ab}
B x 40. Gün	2	8.07±1.14 ^{ghi}	5.06±0.07 ^{ab}
B x 60. Gün	2	7.19±0.47 ^{hij}	5.18±0.06 ^{ab}
C x 1. Gün	2	35.41±0.07 ^a	5.45±0.07 ^{ab}
C x 20. Gün	2	13.77±0.59 ^{cde}	5.05±0.07 ^{ab}
C x 40. Gün	2	12.90±0.61 ^{cdefg}	5.05±0.07 ^{ab}
C x 60. Gün	2	3.68±1.41 ^{ij}	5.18±0.07 ^{ab}
D x 1. Gün	2	22.41±1.03 ^b	5.48±0.09 ^{ab}
D x 20. Gün	2	14.42±0.99 ^{cd}	4.92±0.07 ^{bc}
D x 40. Gün	2	9.21±0.14 ^{efgh}	4.98±0.13 ^{bc}
D x 60. Gün	2	3.02±0.07 ^j	5.06±0.07 ^{ab}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki (p<0.01) olarak birbirinden farklıdır.
Ortalama±standart hata



Şekil 4.27. Farklı kürleme işlemi x depolama süreci interaksiyonunun sucukların kalıntı nitrat (ppm) içeriklerine etkisi

Jackson ve ark. (2011a); piyasada bulunan doğal olarak kürlenmiş Frankfurter tipi sosislerin 1.50-6.10 ppm, jambonların 1.58-5.77 ppm, bacon'ların ise 1.18-5.28 ppm aralığında kalıntı nitrat içeriğine sahip olduklarını bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada ise; Frankfurter tipi sosislerin kalıntı nitrat içeriğinin 20.15-71.80 ppm aralığında olduğu rapor edilmiştir (Jackson ve ark., 2011b).

Babaoğlu (2020); sucuk üretiminde doğal alternatif kürleme ajanı olarak dereotu, ıspanak, maydanoz ve pazı tozlarını kullanmış ve ürettiği sucukları 90 gün süreyle modifiye atmosfer ambalaj içerisinde depolamış olup, depolama sürecinin başlangıcında sucukların 8.94 ppm düzeyinde kalıntı nitrat içerdiği ve depolama sürecinin ilerlemesiyle kalıntı nitrat içeriğinin azaldığı bildirilmiştir. 90. günde sucuklarda 0.22 ppm düzeyinde kalıntı nitrat bulunduğu rapor edilmiştir.

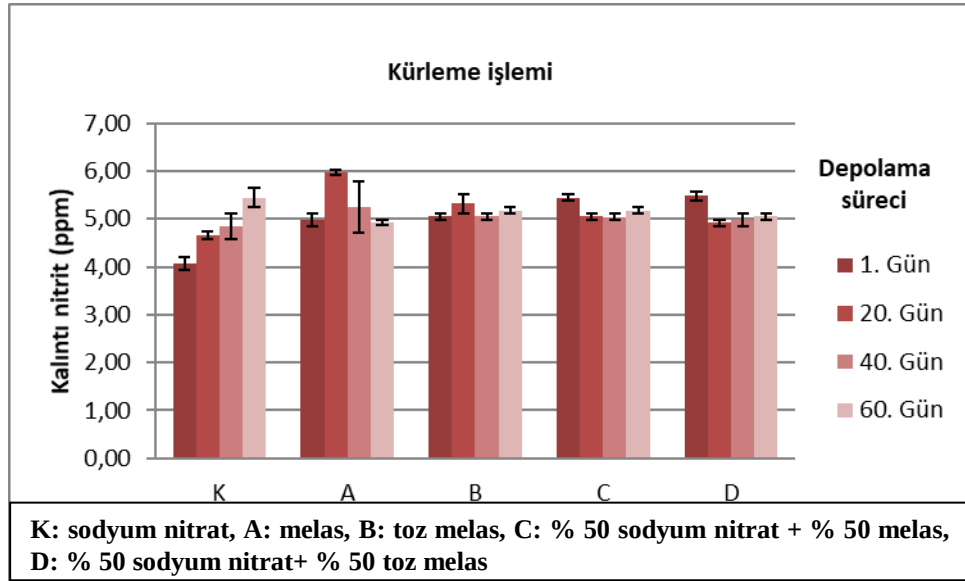
Çizelge 4.49'da verilen Varyans Analizi sonuçlarına göre; sucukların kalıntı nitrit içerikleri üzerinde kürleme işlemi ve kürleme işlemi x depolama süreci interaksiyonunun istatistiki olarak çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Sucuk üretiminde alternatif kürleme işlemi uygulanması son üründe kalıntı nitrit içeriğinin artışına neden olmuş, ancak uygulanan doğal alternatif kürleme işlemlerinin depolama sürecinde kalıntı nitrit içerikleri arasındaki farkın istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p > 0.05$). K (kontrol) grubu sucuklarda 4.75 ppm kalıntı nitrit bulunurken, alternatif kürleme işlemi uygulanarak üretilen sucuklarda 5.11-5.28 ppm

aralığında kalıntı nitrit bulunmuştur. Sucu ve Turp (2018); %0.35 pancar tozu ilave ederek ürettikleri sucukların 28., 42., 56. ve 70. günlerde, Kontrol grubu ile kıyaslandığında daha yüksek kalıntı nitrit içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Literatür taraması sonucunda, bu sonucu destekleyen başka çalışmaların da olduğu görülmüştür (Bertol ve ark., 2012; Sullivan ve ark., 2012; Horsch ve ark., 2014). Bu durumun; kürlenme ajanı olarak kullanılan nitritin, doğal kaynaklardan elde edilen nitrite kıyasla daha hızlı bir şekilde azalmasına (indirgenmesine) bağlı olduğu bildirilmiştir (Myers ve ark., 2013a).

Depolama sürecinde sucuk örneklerinin kalıntı nitrit içeriklerinde meydana gelen değişimin istatistiki olarak önemli olmadığı ($p>0.05$) ve kalıntı nitrit içeriğinin 5.01-5.18 ppm aralığında olduğu belirlenmiştir. Bu durum; sucuğun yapısında bulunan nitratin, nitrite dönüşümünün devam etmesi ile açıklanabilmektedir. Benzer şekilde; Pennisi ve ark. (2020) da; sodyum nitrat, kereviz, ıspanak ve pancar tozlarının çeşitli kombinasyonlarını içeren ve 60 gün süreyle depolanan İtalyan kuru fermente sosislerde, depolama sürecinin sonunda kalıntı nitrit içeriği bakımından istatistiki olarak bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Farklı kürlenme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki kalıntı nitrit (ppm) içeriklerinde meydana gelen değişim Şekil 4.28’de verilmiştir.

Nitrit; putresin, spermin, spermidin ve kadaverin gibi biyojen aminlerle reaksiyona girerek kanserojen özellik gösteren ve bu nedenle sağlık açısından olumsuz etkileri olan nitrosaminleri oluşturmaktadır. Sucuk üretimi sırasında, fermentasyon ve olgunlaştırma işlemlerinden sonra tüketime hazır hale gelen sucukta kalıntı nitrit içeriğinin mümkün olduğunca düşük olması sağlanmalıdır (Eerola ve ark., 1997; Bover-Cid ve ark., 2001a). Bu nedenle, çalışmada elde ettiğimiz sucukların düşük kalıntı nitrit içeriğine sahip olması, sağlık üzerinde olumsuz etkileri en aza indirilmiş ürün üretilmesi açısından önemli bir sonuç olarak değerlendirilebilmektedir.



Şekil 4.28. Farklı kürleme işlemi x depolama süreci interaksiyonunun sucukların kalıntı nitrit (ppm) içeriklerine etkisi

Ercoskun (2006); ısıt işlem uygulanmayan sucuklarda 7.69-27.83 ppm, ısıt işlem uygulananlarda ise 1.84-9.85 ppm düzeyinde kalıntı nitrit belirlemiştir.

Ergönül (2009), farklı probiyotik kültürler kullanarak ürettiği sucukların 8 ay süreyle depolamıştır. Sucuk örneklerinin kalıntı nitrit içeriklerinin depolama sürecinin başında 15.17-18.84 ppm aralığında; depolamanın sonunda ise; 5.99-9.66 ppm seviyelerine düştüğünü bildirmiştir.

Sucu ve Turp (2018), sucuk örneklerinin kalıntı nitrit içeriklerini 0., 14., 28., 42., 56., 70. ve 84. günlerde sırasıyla; 2.68-3.02 ppm, 1.89-2.45 ppm, 1.79-2.40 ppm, 1.82-2.39 ppm, 1.40-2.15 ppm, 1.64-2.42 ppm ve 1.21-1.82 ppm aralığında belirlemiştir.

Babaoğlu (2020), sucuk üretiminde çeşitli sebze tozlarını kullandığı çalışmada, sucuk örneklerinin 90 günlük depolama süreci boyunca kalıntı nitrit içeriklerinin 3.07 ppm'den 2.31 ppm seviyesine düştüğünü rapor etmiştir.

4.4.9. Thiobarbitürik asit (TBA) miktarı tayini sonuçları

Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki TBA miktarlarına ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.51’de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.52’de verilmiştir.

Çizelge 4.51. Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki TBA miktarlarına ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	KO	F
Kürleme işlemi (A)	4	0.0171756	48.27**
Depolama süreci (B)	3	0.0004053	1.14
AxB	12	0.0018024	5.07**
Hata	20	0.0003558	
Toplam	39		

**p<0.01

Varyans Analizi sonuçlarına göre sucuk örneklerinin TBA miktarları üzerine; kürleme işlemi ve kürleme işlemi x depolama süreci interaksiyonunun istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) düzeyde etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.52. Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki ortalama TBA miktarlarına ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme işlemi (A)	n	TBA (mg MA/kg örnek)
K (sodyum nitrat)	8	0.500±0.005 ^a
A (melas)	8	0.425±0.008 ^c
B (toz melas)	8	0.461±0.011 ^b
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	8	0.424±0.014 ^c
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	8	0.376±0.012 ^d
Depolama süreci (B)		
1. Gün	10	0.446±0.017 ^a
20. Gün	10	0.437±0.011 ^a
40. Gün	10	0.437±0.019 ^a
60. Gün	10	0.430±0.017 ^a
AxB		
K x 1. Gün	2	0.517±0.004 ^a
K x 20. Gün	2	0.492±0.007 ^{abc}
K x 40. Gün	2	0.489±0.004 ^{abcd}
K x 60. Gün	2	0.503±0.004 ^{ab}
A x 1. Gün	2	0.415±0.007 ^{defg}
A x 20. Gün	2	0.432±0.018 ^{bcdet}
A x 40. Gün	2	0.436±0.035 ^{bcdet}
A x 60. Gün	2	0.418±0.004 ^{cdefg}
B x 1. Gün	2	0.471±0.007 ^{abcd}
B x 20. Gün	2	0.439±0.004 ^{bcdet}
B x 40. Gün	2	0.503±0.004 ^{ab}
B x 60. Gün	2	0.432±0.004 ^{bcdet}
C x 1. Gün	2	0.461±0.004 ^{abcde}
C x 20. Gün	2	0.394±0.007 ^{efg}
C x 40. Gün	2	0.390±0.018 ^{efg}
C x 60. Gün	2	0.450±0.028 ^{abcde}
D x 1. Gün	2	0.366±0.007 ^{fg}
D x 20. Gün	2	0.425±0.011 ^{cdef}
D x 40. Gün	2	0.366±0.021 ^{fg}
D x 60. Gün	2	0.348±0.004 ^g

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki ($p<0.01$) olarak birbirinden farklıdır.
Ortalama±standart hata

Özellikle çoklu doymamış yağ asitleri olmak üzere, yağ asitlerini etkileyen lipid oksidasyonu et ve et ürünlerinin tüketilebilirliğinin kısıtlanmasının en önemli sebeplerinden biri olarak gösterilmektedir (Gray, 1978; Allen ve Foegeding, 1981). Lipid oksidasyonu sonunda renk, aroma, tekstür ve hatta besleyici değeri gibi gıdanın kalite parametrelerinde istenmeyen değişiklikler meydana gelmektedir (Eriksson, 1982; Love, 1983). Bu nedenle, et ve et ürünlerinde lipid oksidasyonunun önemli bir göstergesi olarak kabul edilen TBA içeriğinin belirlenmesinin büyük önem arzettiği bildirilmiştir (Shahidi ve ark., 1987). Çalışmamızda, sucuk üretiminde doğal alternatif kürleme işleminin uygulanması sucuk örneklerinin TBA içeriklerinde azalma meydana getirmiştir. K (kontrol) grubu sucuk örneklerinin en yüksek (0.500 mg MA/kg örnek), A ve C grubu sucukların ise en düşük (sırasıyla 0.425 ve 0.424 mg MA/kg örnek) TBA içeriklerine sahip olduğu belirlenmiştir. Alternatif kürleme ajanı olarak kullanılan melas

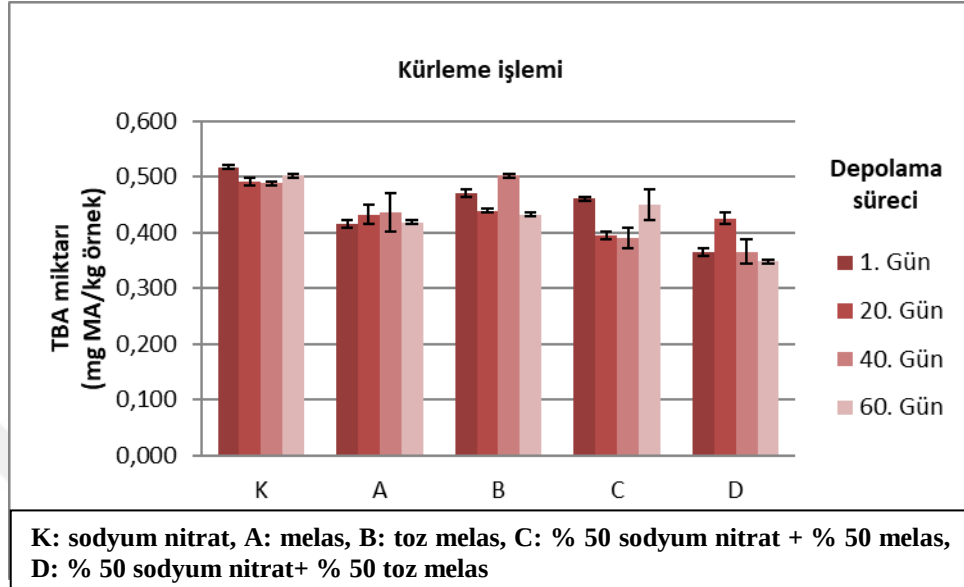
veya toz melasın sucukta oksidasyon oluşumunu yavaşlatıcı etki gösterdiği düşünülmektedir. Bu durum şeker pancarı melasının antioksidan özelliğinden kaynaklanmış olabilir. Benzer bir sonuç Yıldız Turp ve ark. (2016)'nın çalışmasından elde edilmiş olup; çalışma sonucunda, sosis formülasyonunda kırmızı pancar tozu kullanılan örneklerin depolama süresince oluşan oksidasyonun, kontrol örneğine göre daha yavaş ilerlediği ve bu durumun kırmızı pancar tozunun antioksidan özelliği ile ilişkili olabileceği rapor edilmiştir.

Depolama sürecinin ilerlemesiyle sucuk örneklerinin TBA içeriklerinde azalma meydana gelmiş, ancak bu azalma istatistiki olarak önemsizdir ($p>0.05$). Muhtemelen bu durum sucukların modifiye atmosfer ambalaj içerisinde buzdolabı şartlarında muhafaza edilmesinden kaynaklanmış olabilir. Lee ve ark. (1996) ve Jo ve Ahn (2000); modifiye atmosferde ambalajlanmış ve buzdolabında muhafaza edilen çiğ sığır veya pişmiş domuz sosislerinde lipid oksidasyonunun etkili bir şekilde inhibe edildiğini rapor etmişlerdir.

Şekil 4.29 incelendiğinde; depolama süreci boyunca farklı kütleme işlemine tabii tutulan sucukların TBA içeriklerinde meydana gelen değişim görülmekte olup, K ve C grubu sucukların TBA içeriklerinde önce azalma, daha sonra artış olduğu tespit edilmiştir. A ve D gruplarında ise; önce artış, daha sonra azalma meydana gelmiş olup genel olarak tüm sucuk örneklerinin TBA miktarlarında dalgalanmalar olduğu belirlenmiştir. Tüm sucuk örneklerinde TBA miktarının, limit değer olan 1.0 mg malonaldehit/kg'ın altında olduğu belirlenmiştir. Gökalp (1982); depolama sırasında TBA değerlerinde meydana gelen azalmayı, lipid oksidasyonu sonucunda oluşan aldehit ve ketonların stabil olmamalarına ve daha ileri oksidasyon tepkimeleri sonucunda alkol ve asitlere oksitlenmelerine bağlamaktadır. Fernández ve ark. (1997); lipid oksidasyonu sonucunda oluşan malonaldehitlerin uzun süre stabil kalamadığını bildirmişlerdir. Sucuk örneklerinde depolama sürecinde TBA içeriklerinde meydana gelen dalgalanmanın diğer nedenlerinin sucukların modifiye atmosfer ambalaj içerisinde 4°C'de depolanması ve yapısında bulunan nitrat/nitritin ve doğal alternatif kütleme işlemi uygulananlarda melasın antioksidatif etkisi olduğu düşünülmektedir. Depolama süresince nitrat/nitritin oksidasyonu ile acılaştırmanın geciktirebileceği bildirilmiştir (Pegg ve Shahidi, 2008; Parthasarathy ve Bryan, 2012).

Byun ve ark. (2001); emülsiyon tipi sosis örneklerinin TBA miktarının önce arttığını, ancak daha sonra TBA miktarlarında dalgalanmalar olduğunu bildirmiştir.

Gök (2006); sucukların depolanması sırasında, 60. güne kadar TBA miktarlarının arttığını ve 1.702-2.510 mg malonaldehit/kg arasında olduğunu, 60. günden 90. güne kadar ise TBA miktarlarında düşüş olduğunu rapor etmiştir.



Şekil 4.29. Farklı kürleme işlemi x depolama süreci interaksiyonunun sucukların TBA (mg MA/kg örnek) miktarlarına etkisi

4.4.10. Tekstür profil analizi (TPA) sonuçları

Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki Tekstür Profil Analizi (TPA) verilerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.53'te, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.54'te verilmiştir.

Çizelge 4.53. Farklı kürlleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki Tekstür Profil Analiz (TPA) verilerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	Sertlik (Hardness)		Adhesivlik (Adhesiveness)		Kohesivlik (Cohesiveness)		Esneklik (Springiness)		Çiğnenebilirlik (Chewiness)		Geri Kazanım (Resilience)	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kürleme işlemi (A)	4	3136.4	146.55**	0.648	0.38	0.0008777	7.44**	0.009693	3.35	435.28	26.36**	0.0001256	7.93**
Depolama süreci (B)	1	8831.0	412.64**	0.108	0.06	0.0022631	19.18**	0.001541	0.53	415.80	25.18**	0.0000261	1.65
A x B	4	607.1	28.37**	0.597	0.35	0.0005155	4.37*	0.001426	0.49	93.06	5.63*	0.0000967	6.10**
Hata	10	21.4		1.725		0.0001180		0.002895		16.52		0.0000158	
Toplam	19												

**p<0.01;* p<0.05

Çizelge 4.54. Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki ortalama Tekstür Profil Analiz (TPA) verilerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

<i>Kürleme işlemi (A)</i>	<i>n</i>	<i>Sertlik (N) (Hardness)</i>	<i>Adhesivlik (N.s) (Adhesiveness)</i>	<i>Kohesivlik (Cohesiveness)</i>	<i>Esneklik (Springiness)</i>	<i>Çiğnenebilirlik (N) (Chewiness)</i>	<i>Geri Kazanım (Resilience)</i>
K (sodyum nitrat)	4	154.30±2.73 ^c	4.10±0.53 ^a	0.37±0.02 ^b	0.50±0.03 ^a	28.91±2.55 ^c	0.10±0.00 ^c
A (melas)	4	227.40±17.14 ^a	4.49±0.55 ^a	0.41±0.00 ^a	0.62±0.01 ^a	57.30±4.64 ^a	0.11±0.00 ^a
B (toz melas)	4	194.40±10.24 ^b	4.75±0.69 ^a	0.39±0.01 ^{ab}	0.60±0.02 ^a	45.42±3.12 ^b	0.10±0.00 ^{bc}
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	4	197.50±11.69 ^b	3.73±0.58 ^a	0.38±0.01 ^b	0.52±0.03 ^a	38.82±3.12 ^b	0.11±0.00 ^{abc}
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	4	216.80±20.33 ^a	4.53±0.51 ^a	0.39±0.00 ^{ab}	0.54±0.02 ^a	46.03±5.65 ^b	0.11±0.00 ^{ab}
<i>Depolama süreci (B)</i>							
1. Gün	10	219.10±11.95 ^a	4.40±0.40 ^a	0.38±0.01 ^b	0.56±0.02 ^a	47.86±4.50 ^a	0.11±0.00 ^a
60. Gün	10	177.10±5.10 ^b	4.25±0.30 ^a	0.40±0.00 ^a	0.55±0.02 ^a	38.74±2.24 ^b	0.10±0.00 ^a
<i>AxB</i>							
K x 1. Gün	2	157.30±0.77 ^t	4.73±0.94 ^a	0.34±0.01 ^c	0.48±0.06 ^a	25.86±3.92 ^e	0.09±0.00 ^c
K x 60. Gün	2	151.40±5.14 ^t	3.47±0.11 ^a	0.40±0.01 ^{ab}	0.53±0.05 ^a	31.95±2.23 ^{de}	0.10±0.00 ^{abc}
A x 1. Gün	2	256.80±5.54 ^a	4.72±1.28 ^a	0.40±0.00 ^{ab}	0.63±0.00 ^a	65.22±1.71 ^a	0.12±0.00 ^a
A x 60. Gün	2	197.90±0.93 ^{cd}	4.27±0.33 ^a	0.41±0.01 ^a	0.60±0.00 ^a	49.38±0.96 ^{abc}	0.11±0.01 ^{abc}
B x 1. Gün	2	212.10±1.76 ^{bc}	4.67±0.85 ^a	0.38±0.00 ^{abc}	0.62±0.03 ^a	49.52±2.07 ^{abc}	0.10±0.00 ^{bc}
B x 60. Gün	2	176.70±0.79 ^e	4.82±1.44 ^a	0.40±0.02 ^{ab}	0.58±0.04 ^a	41.33±4.55 ^{bcd}	0.10±0.00 ^{bc}
C x 1. Gün	2	217.40±2.38 ^b	3.32±1.26 ^a	0.37±0.00 ^{bc}	0.54±0.06 ^a	43.22±4.00 ^{bcd}	0.11±0.00 ^{ab}
C x 60. Gün	2	177.60±4.74 ^e	4.15±0.23 ^a	0.39±0.00 ^{ab}	0.50±0.05 ^a	34.42±1.94 ^{cde}	0.10±0.00 ^{abc}
D x 1. Gün	2	251.90±3.87 ^a	4.55±0.89 ^a	0.39±0.01 ^{ab}	0.56±0.00 ^a	55.45±2.57 ^{ab}	0.11±0.00 ^{ab}
D x 60. Gün	2	181.70±1.27 ^{de}	4.52±0.87 ^a	0.39±0.00 ^{ab}	0.52±0.03 ^a	36.60±2.65 ^{cde}	0.10±0.01 ^{abc}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki ($p<0.01$; $p<0.05$) olarak birbirinden farklıdır. Ortalama±standart hata

Sertlik (Hardness)

Çizelge 4.53'te verilen Varyans Analizi sonuçları incelendiğinde; sucukların sertlik değerleri üzerine kürlleme işlemi, depolama süreci ve kürlleme işlemi x depolama süreci interaksiyonunun etkisinin istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu görülmüştür. Alternatif kürlleme işleminin uygulanması sucukların sertlik değerini arttırmış olup; K (kontrol) grubu sucuklar en düşük (154.30 N) sertlik değerine sahip bulunmuştur. En yüksek sertlik değerleri A ve D grubu sucuklardan belirlenmiştir. Bu değerler sırasıyla 227.40 N ve 216.80 N olarak saptanmıştır. Sucuk örneklerinin sertlik değerleri depolama sürecinde azalmıştır. Depolamanın 1. gününde 219.10 N olan sertlik değeri, depolamanın sonunda 177.10 N'a düşmüştür. Şekil 4.30'da verilen depolama sürecinde sucukların sertlik değerlerinde meydana gelen değişim incelendiğinde, tüm gruplarda depolama sürecinde sertlik değerinin azaldığı görülmüştür.

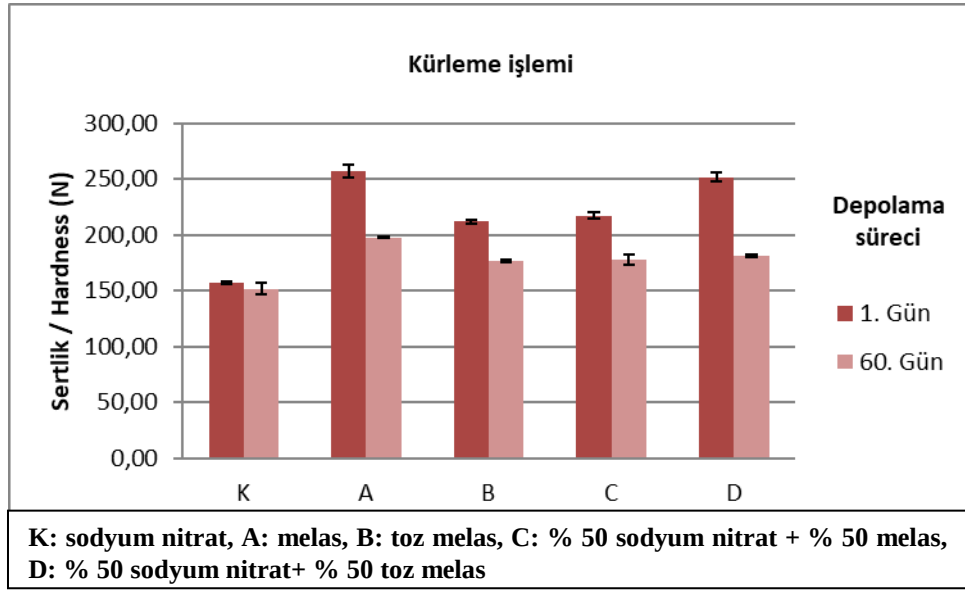
Gök (2006); sucuk örneklerinin sertlik değerlerinin depolama süresince istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) düzeyde arttığını bildirmiş olup, depolamanın 1. gününde 3.151 – 3.624 kg aralığında olan sertlik değerlerinin depolamanın son günü olan 30. günde 7.959-8.499 kg'a kadar yükseldiğini rapor etmiştir.

Farklı probiyotik kültürler kullanılarak üretilen hindi sucuklarının sertlik değerlerinin; 6.12-6.29-7.99 kg arasında belirlendiği rapor edilmiştir (Ergönül, 2009).

Bağdatlı (2013); sucuk örneklerinin sertlik değerlerinin 35.275 – 54.672 N aralığında olduğunu bildirmiştir.

Dertli ve ark. (2016); sucukların sertlik değerini 3998 g ile 13930 g aralığında belirlerken; Džinić ve ark. (2016) ise Sırbistan'a özgü kuru fermente bir sucuk olan "Čajna Kobasica"nın sertlik değerlerini; 8210 g – 22883 g aralığında tespit etmişlerdir.

Doğal mikrobiyotaların starter kültür olarak kullanıldığı bir çalışmada; 3 farklı starter kültür denenmiş ve elde edilen sucukların sertlik değerleri; 2519-3391 g aralığında bulunmuştur (Demirel ve Gürler, 2018).



Şekil 4.30. Farklı kürleme işlemi x depolama süreci interaksyonunun sucukların sertlik (hardness) değerlerine etkisi

Adhesivlik (Adhesiveness)

Varyans Analizi sonuçlarına göre; kürleme işleminin sucuk örneklerinin adhesivlik değerlerini etkilemediği ($p>0.05$) tespit edilmiştir. Depolama sürecinde, sucukların adhesivlik değerlerinde gözlenen değişimin istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$) olduğu tespit edilmiş olup ayrıca kürleme işlemi x depolama süreci interaksyonunun da sucukların adhesivlik değeri üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Depolama sürecinde sucukların adhesivlik değerlerinin 3.73 ile 4.75 N.s arasında değiştiği belirlenmiştir.

Kohesivlik (Cohesiveness)

Varyans Analizi sonuçları incelendiğinde; sucukların kohesivlik değerleri üzerine kürleme işlemi ve depolama sürecinin istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) düzeyde, kürleme işlemi x depolama süreci interaksyonunun ise önemli ($p<0.05$) düzeyde etkilerinin olduğu görülmüştür. A grubu sucuklar olgunlaştırma sürecinde olduğu gibi depolama sürecinde de en yüksek (0.41) kohesivlik özelliği göstermiştir. En düşük (sırasıyla; 0.37 ve 0.38) değerler ise K (kontrol) ve C grubu sucuklarda tespit edilmiştir. Depolama sürecinde örneklerin kohesivlik özelliğinde artış meydana gelmiş, 1. günde 0.38 olan değer, 60. günde 0.40 olarak belirlenmiştir. Şekil 4.31’de depolama süreci boyunca kohesivlik değerlerinde meydana gelen değişim gösterilmekte olup D

grubu sucuklar dışındaki tüm sucukların kohesivlik değerlerinin depolamayla birlikte arttığı sonucuna varılmıştır.

Ekici ve ark. (2015), siyah havuç konsantresi ilave ederek ürettikleri sucukların kohesivlik değerlerinin; 0.44 – 0.61 aralığında olduğunu bildirmişlerdir.

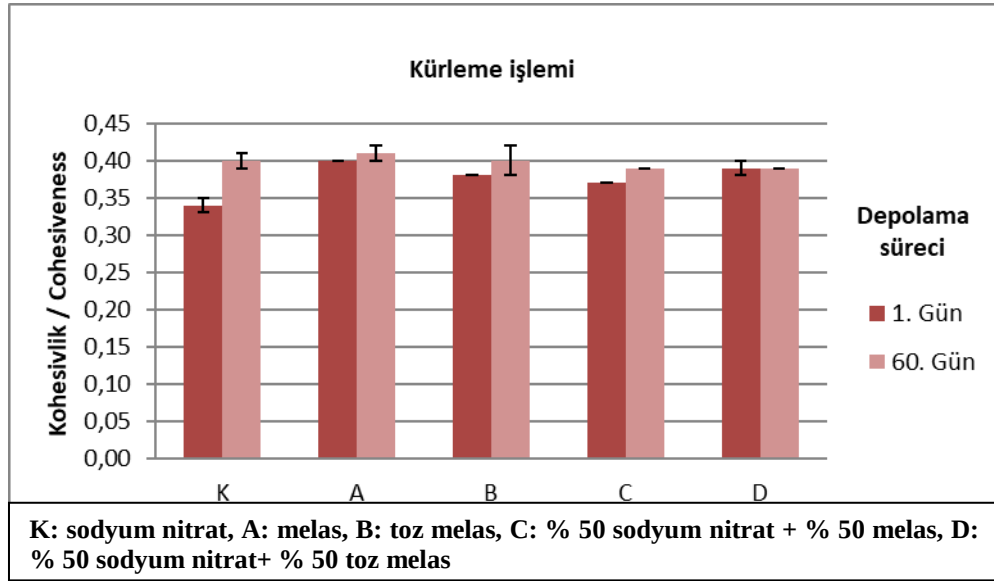
Bir başka çalışmada ise sucuk örneklerinin kohesivlik değerleri; 0.266 ile 0.430 aralığında bulunmuştur (Dertli ve ark., 2016).

Sırbistan’da üretilen ve kuru fermente bir sucuk türü olan Čajna Kobasica’nın çeşitli özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada, örneklerin kohesivlik değerleri; 0.40-0.61 aralığında tespit edilmiştir (Džinić ve ark., 2016).

Demirel ve Gürler (2018); farklı starter kültürler ilave ettikleri sucukların kohesivlik değerlerini; 0.70 – 0.74 aralığında bulmuşlardır.

Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilavesinin sucukların çeşitli özellikleri üzerine etkileri araştırılmış ve bu çalışma kapsamında üretilen sucukların kohesivlik değerlerinin depolama süreci boyunca azaldığı, yulaf kepeği ilavesi ile arttığı belirlenmiştir. Bu çalışmada üretilen sucukların kohesivlik değerleri; 0.465-0.630 arasında tespit edilmiştir (Kozan, 2018).

Çalışmamız kapsamında sucuklarda belirlediğimiz kohesivlik değerleri, literatür verileri ile uyum içerisindedir. Bununla birlikte depolama periyodunda sucukların kohesivlik değerlerinde meydana gelen artış, literatürdeki bazı bulgulardan farklılıklar göstermiştir. Üretim ve depolama şartları, sucuk formülasyonu ve uygulanan işlemlerin değişik olmasının, bu farklılıklara sebep olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.31. Farklı kürleme işlemi x depolama süreci interaksyonunun sucukların kohesivlik (cohesiveness) değerlerine etkisi

Esneklik (Springiness)

Çizelge 4. 53'te verilen Varyans Analiz sonuçlarına göre; depolama sürecinde sucukların esneklik değerleri üzerine kürleme işlemi, depolama süreci ve kürleme işlemi x depolama süreci interaksyonu etkileri istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Bununla birlikte, farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların esneklik değerlerinin; 0.50-0.62 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çiğnenebilirlik (Chewiness)

Varyans Analizi sonuçlarına göre sucukların çiğnenebilirlik değerleri üzerine kürleme işlemi ve depolama sürecinin etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Kürleme işlemi x depolama süreci interaksyonunun ise; sucukların çiğnenebilirlik değerleri üzerine istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) düzeyde etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Sucuk üretiminde alternatif kürleme işlemi olarak melas ve toz melas kullanılması; sucukların çiğnenebilirlik özelliğini artırıcı etkiler göstermiştir. En yüksek (57.30 N) çiğnenebilirlik değeri; A grubu örneklerde belirlenmiş, daha sonra diğer alternatif kürleme işlemleri (B, C ve D grubu) gelmiştir. B, C ve D grubu sucukların çiğnenebilirlik değerleri arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli olmadığı ($p>0.05$) bulunmuştur. 60 günlük depolama süreci; örneklerin çiğnenebilirlik değerini azaltıcı etki göstermiş ve 1. gün 47.86 N olan çiğnenebilirlik değeri depolama sonunda; 38.74 N'a düşmüştür. Şekil 4.32'de farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki çiğnenebilirlik değerlerindeki değişim

verilmiştir. Depolama süreci boyunca K (kontrol) grubu sucukların çiğnenebilirlik değeri artarken, diğer tüm grupların çiğnenebilirlik değerlerinde azalma meydana gelmiştir.

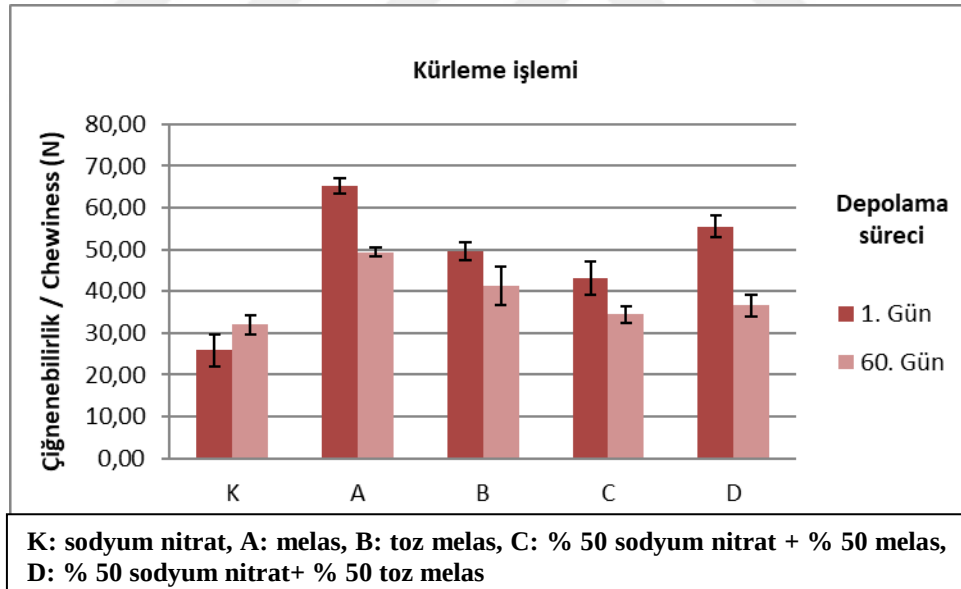
Ergönül (2009); depolama süresince sucukların çiğnenebilirlik değerlerinin artarak sekiz aylık depolama sonunda; 39.16-45.82 kg.s düzeyine ulaştığını bildirmiştir.

Düşük, orta ve fazla yağlı fermente sosislerin çiğnenebilirlik değerleri sırasıyla; 147.3, 137.6 ve 124.2 N olarak belirlenmiştir (Olivares ve ark., 2010).

Bağdatlı (2013); sucuklarda çiğnenebilirlik değerlerini; 5729 - 10002 aralığında belirlemiştir. Siyah havuç konsantresi ilave edilerek üretilen sucuk örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri ise; 159 – 279 aralığında tespit edilmiştir (Ekici ve ark., 2015).

Sucu ve Turp (2018); alternatif kürlleme ajanı olarak kırmızı pancar tozu ilave ettikleri sucukların çiğnenebilirlik değerlerinin depolamanın 0. gününde 1.79-2.07 N iken, 84. günde ise; 0.75-1.84 N aralığında olduğunu bildirmişlerdir.

Kozan (2018), yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilaveli sucukların çiğnenebilirlik değerlerini; 1382.45-3263.46 g.mm aralığında belirlemiştir.



Şekil 4.32. Farklı kürlleme işlemi x depolama süreci interaksiyonunun sucukların çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerine etkisi

Geri Kazanım (Resilience)

Varyans Analizi sonuçlarına göre sucukların geri kazanım değerleri üzerine kürleme işlemi ve kürleme işlemi x depolama süreci interaksyonunun istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) düzeyde etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

En yüksek geri kazanım değeri melas ilaveli (A grubu) sucuklarda, en düşük geri kazanım değeri ise Kontrol grubu sucuklarda belirlenmiştir. Sucukların geri kazanım değerleri; 0.10-0.11 arasında değişim göstermiştir. Şekil 4.33'te; farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki geri kazanım (resilience) değerlerinde meydana gelen değişim verilmiştir. K (kontrol) grubu sucukların geri kazanım değerindeki artış, A, C ve D grubu sucukların geri kazanım değerinde ise düşüş meydana geldiği görülmüştür. Toz melas ilave edilen sucukların geri kazanım değerleri ise; depolama sürecinde istatistiki olarak önemli bir değişiklik göstermemiştir ($p>0.05$).

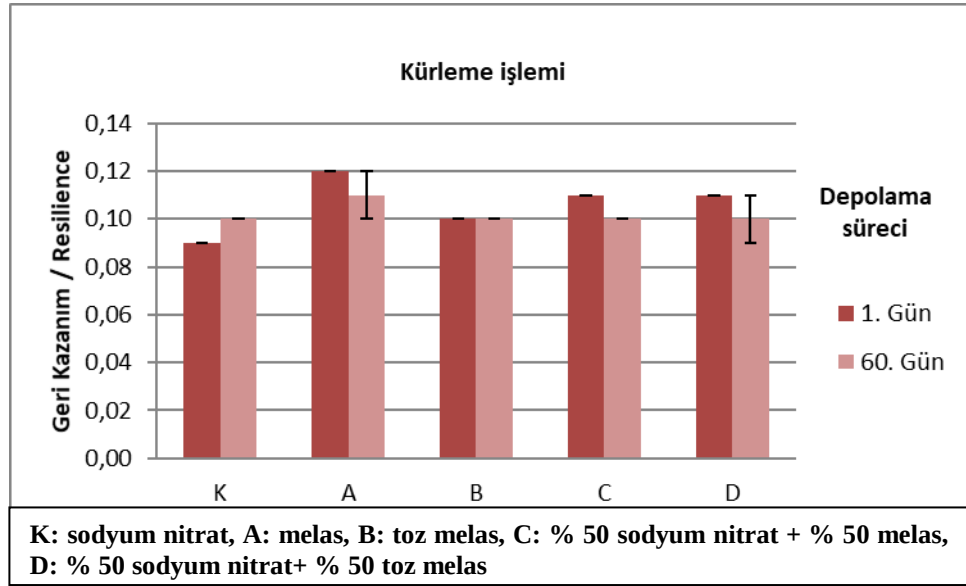
Siahmazgi adı verilen peynirden izole edilen mikroorganizmaların sucuk üretiminde starter kültür olarak kullanımı araştırılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen sucukların geri kazanım değerlerinin kısmen azaldığı bildirilmiştir (Kargozari ve ark., 2014a).

Ekici ve ark. (2015); siyah havuç konsantresi ilave ettikleri sucukların geri kazanım değerlerinin; 0.13- 0.20 aralığında olduğunu bildirmişlerdir.

Demirel ve Gürler (2018); sucuk üretiminde doğal mikrobiyotaların kullanım olanaklarını inceledikleri çalışmalarında, elde ettikleri sucukların geri kazanım değerlerini 0.25 – 0.28 aralığında tespit etmişlerdir.

Kozan (2018); farklı oranlarda yulaf kepeği ve çeşitli probiyotik bakteriler ilave ederek ürettiği sucukların geri kazanım değerlerinin depolama süreci ilerledikçe azaldığını bildirmiştir. Depolama sürecinin başında 0.211 olan geri kazanım değerini, depolama sonunda 0.150 olarak belirlemiştir.

Sucuk örneklerimize ait geri kazanım değerleri, literatür verileri ile uygun bulunmuştur.



Şekil 4.33. Farklı kürleme işlemi x depolama süreci interaksyonunun sucukların geri kazanım (resilience) değerlerine etkisi

4.4.11. Mikrobiyolojik analiz sonuçları

4.4.11.1. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı sonuçları

Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) sayılarına ait Varyans Analizi sonuçları; Çizelge 4.55'te, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.56'da verilmiştir.

Çizelge 4.55. Farklı kürleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) sayılarına ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	KO	F
Kürleme işlemi (A)	4	1.2457	1.72
Depolama süreci (B)	1	9.5220	13.14**
AxB	4	0.9883	1.36
Hata	10	0.7248	
Toplam	19		

**p<0.01

Varyans Analizi sonuçları incelendiğinde farklı kürleme işlemi uygulanarak üretilen sucukların TMAB sayıları üzerine depolama sürecinin istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) düzeyde etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Sucukların TMAB sayıları

üzerine kürlenme işlemi ve kürlenme işlemi x depolama süreci interaksyonunun etkisi ise istatistiki olarak önemsizdir ($p>0.05$).

Sucuk örneklerinin 60 gün süreyle modifiye atmosfer ambalaj içerisinde paketlenmesi; TMAB sayılarının azalmasına neden olmuştur. Depolama sürecinin başında 6.02 log kob/g olan TMAB sayıları, depolama sürecinin sonu olan 60. günde 4.64 log kob/g seviyesine düşmüştür. TMAB sayılarında görülen bu azalmanın sebepleri olarak; modifiye atmosfer ambalaj içerisinde zamanla meydana gelen gaz konsantrasyonlarındaki değişim, depolama süreci boyunca sucuk örneklerinin nem içeriklerinde meydana gelen azalma ile nitrat/nitrit ve melasın antimikrobiyal özellikleri gösterilebilmektedir.

Çizelge 4.56. Farklı kürlenme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki ortalama Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) sayılarına ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme işlemi (A)	n	TMAB (log kob/g)
K (sodyum nitrat)	4	4.74±1.02 ^a
A (melas)	4	5.59±0.16 ^a
B (toz melas)	4	5.67±0.16 ^a
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	4	4.74±0.75 ^a
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	4	5.93±0.29 ^a
Depolama süreci (B)		
1. Gün	10	6.02±0.08 ^a
60. Gün	10	4.64±0.42 ^b
AxB		
K x 1. Gün	2	5.90±0.09 ^a
K x 60. Gün	2	3.58±1.88 ^a
A x 1. Gün	2	5.86±0.07 ^a
A x 60. Gün	2	5.32±0.04 ^a
B x 1. Gün	2	5.95±0.03 ^a
B x 60. Gün	2	5.40±0.02 ^a
C x 1. Gün	2	6.03±0.06 ^a
C x 60. Gün	2	3.45±0.02 ^a
D x 1. Gün	2	6.38±0.30 ^a
D x 60. Gün	2	5.48±0.02 ^a

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki ($p<0.01$) olarak birbirinden farklıdır. Ortalama±standart hata

Gök ve ark. (2011); 90 gün süreyle depoladıkları sucukların TMAB sayılarının; 6.63 log kob/g'dan, 3.37 log kob/g'a indiğini bildirmişlerdir.

Kurt (2016); % 0, 0.75, 1.5 ve 3.0 seviyelerinde üzüm çekirdeği tozu kullanarak sucuk üretmiş ve 80 gün süreyle vakum ambalaj içerisinde depolamıştır. Çalışma sonunda % 1.5 ve 3.0 seviyesinde üzüm çekirdeği tozu kullanıldığında TMAB sayılarında azalma olduğu rapor edilmiştir. Aynı etki depolama sürecinde de gözlenmiş

olup vakum ambalaj içerisinde buzdolabı şartlarında muhafaza edilen sucukların TMAB sayılarının azaldığı bildirilmiştir.

Şahin ve ark. (2017); yenilebilir kitosan kaplı sucukları 91 gün süreyle modifiye atmosfer ambalaj içerisinde depolamışlardır. Çalışmada ayrıca ambalaj içerisinde oksijen tutucu bulunmasının da etkileri araştırılmış ve başlangıçta; 8.52 log kob/g olan TMAB sayılarında depolama sonunda oksijen tutucu bulunan ve bulunmayan gruplarda sırasıyla 3.2 ve 3.5 log'luk azalma olduğu bildirilmiştir.

4.4.11.2. Toplam laktik asit bakteri (LAB) sayımı sonuçları

Farklı kürlenme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki Toplam Laktik Asit Bakterisi (LAB) sayılarına ait Varyans Analizi sonuçları; Çizelge 4.57'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.58'de verilmiştir.

Çizelge 4.57. Farklı kürlenme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki Toplam Laktik Asit Bakterisi (LAB) sayılarına ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	KO	F
Kürleme işlemi (A)	4	0.33116	183.47**
Depolama süreci (B)	1	0.60900	337.40**
AxB	4	0.12614	69.89**
Hata	10	0.00180	
Toplam	19		

**p<0.01

Çizelge 4.57'de verilen Varyans Analizi sonuçları incelendiğinde; farklı kürlenme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki LAB sayıları üzerine kürlenme işlemi, depolama süreci ve kürlenme işlemi x depolama süreci interaksyonunun istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) düzeyde etkilerinin olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.58. Farklı kürlleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki ortalama Toplam Laktik Asit Bakterisi (LAB) sayılarına ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürlleme işlemi (A)	n	Laktik asit bakterisi (log kob/g)
K (sodyum nitrat)	4	8.57±0.18 ^c
A (melas)	4	8.85±0.10 ^b
B (toz melas)	4	8.61±0.16 ^c
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	4	8.76±0.15 ^b
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	4	9.29±0.08 ^a
Depolama süreci (B)		
1. Gün	10	8.99±0.04 ^a
60. Gün	10	8.64±0.14 ^b
AxB		
K x 1. Gün	2	8.87±0.05 ^c
K x 60. Gün	2	8.27±0.06 ^f
A x 1. Gün	2	9.02±0.05 ^{bc}
A x 60. Gün	2	8.68±0.00 ^d
B x 1. Gün	2	8.88±0.02 ^c
B x 60. Gün	2	8.33±0.01 ^{et}
C x 1. Gün	2	9.01±0.01 ^{bc}
C x 60. Gün	2	8.50±0.01 ^e
D x 1. Gün	2	9.16±0.02 ^b
D x 60. Gün	2	9.42±0.03 ^a

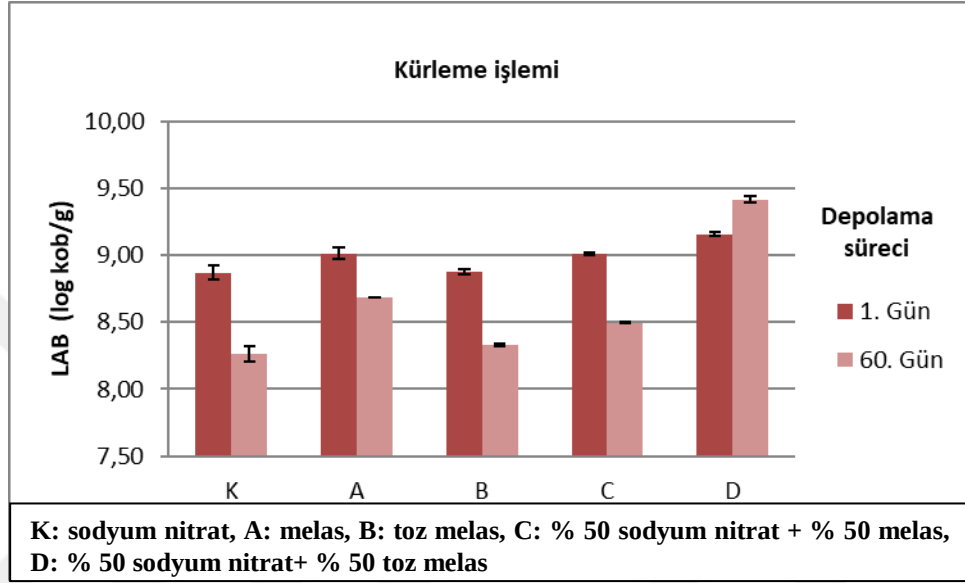
*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki (p<0.01) olarak birbirinden farklıdır. Ortalama±standart hata

Depolama sürecinde en yüksek (9.29 log kob/g) LAB sayısı; D grubu sucuklarda belirlenmiştir. K (kontrol) grubu sucuklar ise 8.57 log kob/g seviyesinde LAB içermektedir. A, B ve C grubu sucuk örneklerinin de Kontrol grubu ile kıyaslandığında daha yüksek LAB sayılarına sahip olduğu görülmüştür. Bu durumun muhtemelen kontrol grubu sucukların, laktik asit bakterilerinin gelişimini teşvik edecek yeterli miktarda karbonhidrat kaynağı içermemesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Kontrol grubu sucuklar, yalnızca hammadde olarak kullanılan etin yapısından gelen karbonhidratı içerirken; doğal alternatif kürlleme işlemi uygulanan A, B, C ve D grubu sucuklar ise; melas veya toz melas ilavesiyle üretildikleri için ek karbonhidrat içermektedirler.

Depolama sürecinin ilerlemesi, sucukların LAB sayılarının azalmasına neden olmuştur. LAB sayıları depolamanın başında; 8.99 log kob/g, depolamanın sonunda ise 8.64 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Gök (2006); 90 günlük depolama periyodu boyunca sucuk örneklerinin LAB sayılarında azalma olduğunu bildirmiş olup, depolama sürecinin 30. gününde LAB sayılarını 5.17-5.19 log kob/g, depolamanın 60. gününde 3.81-4.30 log kob/g, 90. günde ise 3.17-3.62 log kob/g olarak belirlemiştir. Literatürde yapılan bir çok çalışma, LAB sayıları ile ilgili elde ettiğimiz sonucu destekler nitelikte

olup, depolama boyunca LAB sayılarında azalma olduğu bildirilmiştir (González ve Díez, 2002; Aksu ve Kaya, 2004; Bozkurt ve Erkmen, 2007; Soultos ve ark., 2008).

Şekil 4.34'te farklı kütleme işlemi uygulanarak üretilen sucukların depolama süreci boyunca LAB sayılarında meydana gelen değişim verilmiştir. D grubu sucuklarda depolama süreci ilerledikçe, LAB sayılarında artış görülürken, diğer gruplarda (K, A, B ve C) ise düşüş olduğu görülmüştür. D grubu sucukların, depolamanın başında ve sonunda en yüksek LAB sayılarına sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.34. Farklı kütleme işlemi x depolama süreci interaksiyonunun sucukların LAB (log kob/g) sayılarına etkisi

Sucuk örneklerinin LAB sayıları depolama sürecinin başında; 6.63 log kob/g iken, depolama sürecinin sonu olan 90. günde 3.37 log kob/g seviyesine indiği bildirilmiştir (Gök ve ark., 2011).

Bir başka çalışmada; sucuk örneklerinin LAB sayıları başlangıçta; 8.52 log kob/g iken; 91 günlük depolama sonunda 7.26 log kob/g, 6.65 log kob/g ve 8.12 log kob/ seviyelerine indiği rapor edilmiştir (Şahin ve ark., 2017).

4.4.11.3. Toplam Maya-Küf sayımı (TMK) sonuçları

Farklı kütleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki Toplam Maya-Küf (TMK) sayılarına ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.59'da, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.60'da verilmiştir.

Çizelge 4.59. Farklı kürlleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki Toplam Maya-Küf (TMK) sayılarına ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	KO	F
Kürlleme işlemi (A)	4	0.5077	2.67
Depolama süreci (B)	1	1.8605	9.80*
AxB	4	0.2058	1.08
Hata	10	0.1898	
Toplam	19		

*p<0.05

Varyans Analizi sonuçlarına göre; çalışmamızda elde ettiğimiz sucukların Toplam Maya-Küf sayıları üzerinde sadece depolama sürecinin istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) düzeyde etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Farklı kürlleme işlemi uygulanan sucukların Toplam Maya-Küf sayıları 2.14-3.10 log kob/g aralığında belirlenmiş olup, aradaki fark istatistiki olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.60. Farklı kürlleme işlemi uygulanan sucukların depolama sürecindeki ortalama Toplam Maya-Küf (TMK) sayılarına ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürlleme işlemi (A)	n	Toplam Maya-Küf (log kob/g)
K (sodyum nitrat)	4	2.36±0.22 ^a
A (melas)	4	2.50±0.29 ^a
B (toz melas)	4	2.52±0.31 ^a
C (%50 sodyum nitrat + %50 melas)	4	2.14±0.14 ^a
D (%50 sodyum nitrat+ %50 toz melas)	4	3.10±0.37 ^a
Depolama süreci (B)		
1. Gün	10	2.83±0.12 ^a
60. Gün	10	2.22±0.20 ^b
AxB		
K x 1. Gün	2	2.72±0.18 ^a
K x 60. Gün	2	2.00±0.00 ^a
A x 1. Gün	2	3.00±0.02 ^a
A x 60. Gün	2	2.00±0.00 ^a
B x 1. Gün	2	3.05±0.12 ^a
B x 60. Gün	2	2.00±0.00 ^a
C x 1. Gün	2	2.27±0.27 ^a
C x 60. Gün	2	2.00±0.00 ^a
D x 1. Gün	2	3.11±0.05 ^a
D x 60. Gün	2	3.09±0.91 ^a

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki ($p<0.05$) olarak birbirinden farklıdır.
Ortalama±standart hata

Depolama süresince sucuk örneklerinin Toplam Maya-Küf sayılarında azalma meydana gelmiştir. Depolamanın 1. gününde, 2.83 log kob/g olan Toplam Maya-Küf sayıları depolamanın sonunda 2.22 log kob/g'a düşmüştür. Toplam Maya-Küf sayılarında görülen azalma; laktik asit bakterilerinin faaliyetlerine, sucukların depolama sürecinde modifiye atmosfer ambalaj içerisinde muhafaza edilmesine ve sucuk formülasyonlarında bulunan nitrat/nitrit ve melasın antimikrobiyal etkisiyle

açıklanabilmektedir. Benzer şekilde; Gök ve ark. (2011), depolama sürecinin Toplam Maya-Küf sayılarında düşüşe neden olduğunu bildirmiştir. Söz konusu çalışmada sucuklar 90 gün süreyle depolanmış ve Toplam Maya-Küf sayıları 3.84 log kob/g'dan 2.66 log kob/g'a inmiştir.

Bozkurt ve Erkmen (2002); sucukların Toplam Maya-Küf sayılarının 45 günlük depolama süreci boyunca azaldığını bildirmişlerdir. Sucuk örneklerinin 45. günde Toplam Maya-Küf sayılarının; 2.00-7.91 log kob/g aralığında olduğunu rapor etmişlerdir.

Kozan (2018), farklı oranlarda yulaf kepeği kullanımının ve çeşitli probiyotik bakterileri inokülasyonunu uyguladığı çalışmada, sucukların Toplam Maya-Küf sayılarının depolama süresince 2.76-4.90 log kob/g olduğunu bildirmiştir.

Özdal (2020); sucukların Toplam Maya-Küf sayılarında 28 günlük depolama sonunda azalma meydana geldiğini ve sayının 4.08-4.57 log kob/g arasında değiştiğini bildirmiştir.

Sucuk örneklerimize ait Toplam Maya-Küf sayılarına ilişkin sonuçlar, literatür verileri ile uygun bulunmuştur.

4.4.11.4. Toplam Koliform grubu bakteri sayımı sonuçları

Çalışmamız kapsamında üretilen sucuklarda olgunlaştırma sürecinin sonundan (5. günden) itibaren depolama süresince Koliform grubu bakterilerin varlığı gözlenmemiştir. Bu durum üretilen sucukların mikrobiyal kalitesi bakımından oldukça önemlidir.

Kurt (2016); 14. günden sonra sucuk örneklerinde Koliform grubu bakterilerin bulunmadığını rapor etmiştir.

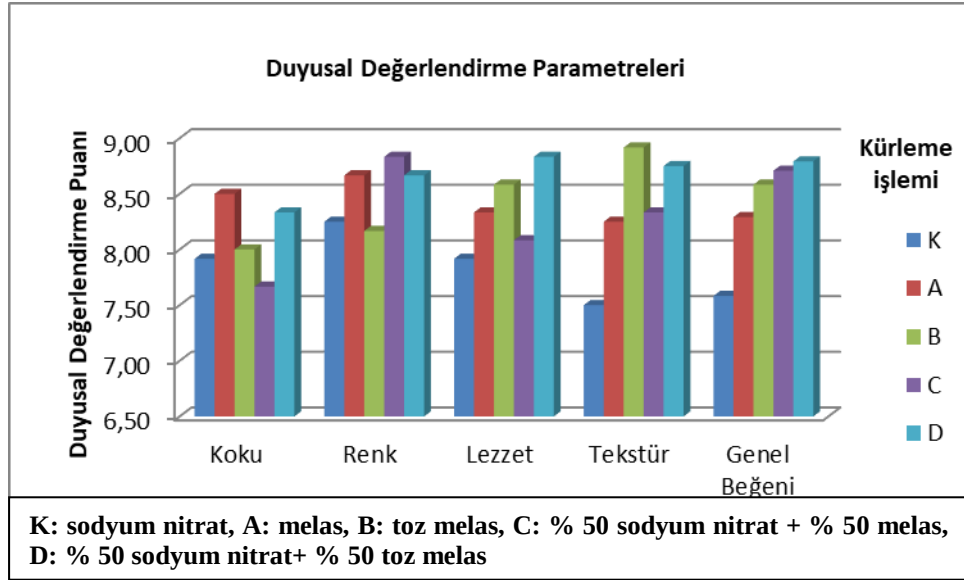
Sucuk üretiminde nitrit, laktik asit bakterisi ve propolis kullanımının uygulandığı bir çalışmada, 28 günlük depolama süreci sonunda sucuklarda Koliform grubu bakterilerin tespit edilmediği bildirilmiştir (Özdal, 2020).

Toplam Koliform grubu bakteri sayılarına dair elde ettiğimiz sonuçlar, literatür verileri ile uygun bulunmuştur.

4.5. Duyusal Analiz Sonuçları

Sucuk örneklerimize depolama sürecinin 14. gününde pişirme işlemi uygulandıktan sonra duyusal analiz yapılmıştır. Analize katılan panelistler pişmiş sucuk örneklerini; koku, renk, lezzet, tekstür ve genel beğeni parametreleri açısından değerlendirmişlerdir. Isıl işlem uygulanmış sucuk örneklerine ait duyusal değerlendirme sonuçları, Şekil 4.35'te verilmiştir. Sucuklara ait duyusal değerlendirme formu Ek-1'de verilmiştir.

Duyusal analiz sonucunda genel beğeni ve lezzet parametreleri için en yüksek puanı; D grubu sucuklar alırken; sucuklar tekstür özellikleri bakımından incelendiğinde ise en çok beğenilen B grubu sucuklar olmuştur. Renk özellikleri bakımından en yüksek puanı C grubu sucuklar alırken, daha sonra D ve A grubu sucukların beğenildiği gözlenmiştir. Isıl işlem uygulanmış sucuklar koku parametresi bakımından incelendiğinde A ve D grubu sucuklar en yüksek puanı, C grubu sucuklar ise en düşük puanı almıştır. Yapılan duyusal analiz sonucunda lezzet, tekstür ve genel beğeni parametreleri için, doğal alternatif kürleme işlemi uygulanan sucukların K (kontrol) grubu sucuklardan daha yüksek puanlar aldığı görülmüştür.



Şekil 4.35. Farklı kürleme işlemi uygulanan pişmiş sucukların duyusal değerlendirme sonuçları

Kundakci ve ark. (2007); vakum ambalajlanmış sucuk örneklerinin görünüş, dilimlenebilirlik, renk, tekstür ve lezzet parametreleri açısından normal ambalajlanmış sucuklardan daha yüksek puanlar aldığını rapor etmişlerdir.

Sucuk üretiminde sığır et yağı yerine; % 0, 15, 30 ve 45 seviyelerinde fındık yağı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, artan oranlarda fındık yağı kullanımının sucukların; renk, kıvam, görünüş, tat ve lezzet parametrelerinde daha düşük puanlar almasına neden olduğu, ancak bu farkın istatistiki olarak önemli olmadığı bildirilmiştir (Saygi ve ark., 2018).

Çeşitli seviyelerde üzüm çekirdeği tozu ilave edilerek üretilen sucuklarda yapılan duyu analizleri sonunda; % 1.5 seviyesine kadar ilave edilen üzüm çekirdeği tozunun, sucuğun duyu özelliklerini istatistiki olarak önemli düzeyde etkilemediği, % 3 seviyesinde üzüm çekirdeği tozu kullanıldığında ise duyu özelliklerinde istenmeyen sonuçların ortaya çıktığı belirlenmiştir (Kurt, 2016).

Doğal ve sentetik gıda katkı maddelerinin kullanımının araştırıldığı bir çalışmada, nitrit, laktik asit bakterisi ve propolis eklenen sucukların duyu analizleri yapılmıştır. Analiz sonunda propolis ilave edilen sucukların renk, tat ve aroma, tekstür ve genel kabul edilebilirlik parametrelerinde en düşük puanları aldığı bildirilmiştir (Özdağ, 2020).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada sucuk üretiminde doğal alternatif kürleme ajanı olarak kullanılmak üzere, şeker pancarının çeşitli kısımlarının nitrat ve nitrit içerikleri belirlenmiştir. Şeker pancarının baş, gövde, kuyruk, yaprak, sap ve melas gibi kısımlarında yapılan nitrat ve nitrit analizleri sonucunda en yüksek nitrat içeriği şeker pancarından şeker üretimi esnasında oluşan bir yan ürün olan melasta belirlenmiştir. Şeker pancarı melası ve melasın kurutulması ile elde edilen toz melas, fermente sucuk üretiminde kürleme işlemini gerçekleştirmek amacıyla kullanılmıştır. Melas ve toz melasın sucuk üretimindeki etkilerini belirlemek amacıyla kürleme ajanı olarak sodyum nitratın kullanıldığı Kontrol grubu oluşturulmuştur. Her bir grup 100 ppm nitrat içerecek şekilde formüle edilmiştir. Sucuk hamurları hazırlanıp kılıflara doldurulduktan sonra 5 gün süreyle olgunlaştırılmıştır. Fermantasyon ve kurutma işlemlerinin tamamlanmasının ardından sucuklar modifiye atmosfer ambalajlama tekniği kullanılarak ambalajlanmış ve 60 gün süreyle buzdolabı koşullarında (4°C) muhafaza edilmiştir. Çalışma kapsamında sucuk hamurlarında, olgunlaştırma sürecinin 1., 3. ve 5. günlerinde, depolama sürecinin ise 1., 20., 40. ve 60. günlerinde çeşitli analizler yapılarak sucukların bazı kalite özellikleri belirlenmiştir. Yapılan analizlerde elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

Şeker pancarından elde edilen gövde, sap, yaprak, baş, kuyruk, melas ve toz melasta ortalama nitrat içeriklerinin sırasıyla; 105.17, 751.73, 310.35, 742.34, 209.71, 5265.37 ve 3272.19 ppm; ortalama nitrit içeriklerinin ise sırasıyla 9.50, 13.78, 13.45, 7.97, 7.93, 11.16 ve 9.18 ppm olduğu belirlenmiştir. En yüksek nitrat içeriğine sahip olması sebebiyle çalışmamızda doğal alternatif kürleme ajanı olarak melas ve toz melas kullanılmıştır.

Melas ve toz melasın nem içeriklerinin; % 19.32 ve % 2.80, toplam kül içeriklerinin; % 8.88 ve 4.76, pH değerlerinin; 6.30 ve 6.61, su aktivitesi değerlerinin; 0.550 ve 0.107, L^* değerinin; 12.14 ve 70.85, a^* değerinin; 7.53 ve 4.53, b^* değerinin; -3.06 ve 28.18, sakkaroz içeriklerinin; % 53.472 ve % 28.086, glukoz içeriklerinin; % 5.851 ve % 2.476 ve fruktoz içeriklerinin; % 0.144 ve % 0.046 olduğu belirlenmiştir.

Sucuk hamurlarının nem içeriklerinin; % 46.07-54.59, protein içeriklerinin; % 18.18-18.84, yağ içeriklerinin; % 29.70-32.31, kül içeriklerinin; % 1.98-2.12, pH değerlerinin; 5.99-6.48, su aktivitesi değerlerinin; 0.972-0.979, titrasyon asitliğinin; %0.56-0.61, L^*

değerlerinin; 39.11-43.61, a^* değerlerinin; 17.39-19.53, b^* değerlerinin; 19.33-21.25 arasında değiştiği belirlenmiştir. Sucuk hamurlarının mikrobiyolojik analizleri sonucunda; Koliform grubu bakteri tespit edilmezken; TMAB sayılarının; 4.99-5.34 log kob/g, toplam maya-küf sayılarının; 2.77-3.59 log kob/g ve LAB sayılarının; 5.80-6.25 log kob/g aralığında olduğu belirlenmiştir. Sucuk hamurlarının kalıntı nitrat ve kalıntı nitrit içerikleri sırasıyla; % 69.42-77.15 ve % 2.90-3.00 olarak belirlenmiş olup en yüksek kalıntı nitrat içeriği; % 50 sodyum nitrat + % 50 melas ilaveli sucuk hamurlarında tespit edilmiştir.

Olgunlaştırma sürecinin başında (1. gün) sucukların nem içerikleri; % 40.33-44.72 aralığında iken, fermentasyon ve kurutma işlemlerinin etkisi ile 5. günde nem içerikleri azalmış ve % 38.64-41.53 aralığında belirlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin sonunda % 50 sodyum nitrat + % 50 melas ilaveli sucukların, en düşük nem içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Olgunlaştırma sürecinin ilerlemesi ile sucukların nem kaybının doğal bir sonucu olarak su aktivitesi değerlerinde düşüşler meydana gelmiş olup 1. günde; 0.966-0.975 aralığında olan su aktivitesi değerleri 5. günde; 0.944-0.957 aralığında belirlenmiştir.

Olgunlaştırma sürecinin ilerlemesiyle sucukların pH değerlerinde azalmalar meydana gelmiş olup, bu durum fermentasyonda üretilen laktik asit miktarının zamanla artışıyla ilgili olarak beklenen ve istenen bir durumdur. Olgunlaştırma sürecinin sonunda pH değerleri; 5.037-5.410 aralığında belirlenmiştir. En yüksek pH değeri kontrol grubu sucuklarda tespit edilmiştir. Kontrol grubu sucuk formülasyonunda ilave karbonhidrat kaynağının kullanılmaması bu durumun sebeplerinden biri olabilir.

Sucuk üretiminde doğal alternatif kürleme ajanının kullanılmasının, sucukların olgunlaştırma sürecindeki nitrozomyoglobin miktarı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubu sucuklarda olgunlaştırma süreci boyunca nitrozomyoglobin oluşumunda istatistiki olarak bir fark oluşmazken; melas veya toz melasın kullanıldığı gruplarda nitrozomyoglobin miktarının olgunlaştırma sürecinde önemli miktarda arttığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde; depolama sürecinde de doğal alternatif kürleme işlemi, sucuklarda daha fazla nitrozomyoglobin oluşumunu sağlamıştır. En düşük nitrozomyoglobin oluşumu (% 41.21) Kontrol grubu sucuklarda, en yüksek nitrozomyoglobin oluşumu (% 49.71) toz melas ilaveli sucuklarda meydana gelmiştir.

Sucukların olgunlaştırma sürecinin başında kalıntı nitrat içerikleri; 66.88-75.50 ppm aralığında belirlenmiştir. Olgunlaştırma sürecinin ilerlemesiyle kalıntı nitrat

içeriklerinde azalma meydana gelmiş ve 16.97-41.72 ppm aralığında belirlenmiştir. En düşük kalıntı nitrat içeriğinin; Kontrol grubu sucuklarda, en yüksek kalıntı nitrat içeriğinin ise melas ilaveli sucuklarda olduğu tespit edilmiştir. Literatürde bu sonucu destekleyen çalışmalar olduğu ve bu durumun; sodyum nitrat/nitritin doğal kaynaklardan elde edilen nitrat/nitritten daha hızlı parçalanması ile ilişkili olduğu ve kalıntı nitrat miktarı üzerinde ürünün pH değerinin etkili olduğu görülmüştür. Depolama sürecinin ilerlemesiyle tüm gruplarda, kalıntı nitrat içeriğinde azalma meydana gelmiş olup 60. günde kalıntı nitrat içerikleri; 3.02-7.19 ppm aralığında belirlenmiştir.

Olgunlaştırma sürecinde sucuklarda kalıntı nitrit miktarında artışlar ve azalışlar meydana gelmiştir. Bu durum, sucuğun yapısında halen mevcut olan nitratın nitrite, nitritin de nitrik okside dönüşümünün devam etmesinden kaynaklanmaktadır. Nitrit bir taraftan oluşurken bir taraftan da nitrik oksite indirgendiği için kalıntı nitrit içeriğinde dalgalanmalar meydana gelmektedir. Olgunlaştırma sürecinin sonunda sucukların ortalama kalıntı nitrit içeriklerinin 4.725-5.610 ppm aralığında olduğu belirlenmiştir. En düşük kalıntı nitrit içeriği kontrol grubu, en yüksek kalıntı nitrit içeriği ise %50 sodyum nitrat + %50 melas katkılı sucuklarda tespit edilmiştir. Depolama sürecinin sucukların kalıntı nitrit içerikleri üzerinde etkisi olmadığı belirlenmiştir. Bu durumun, nitritin oluşum ve yıkım reaksiyonlarının devam etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Olgunlaştırma sürecine benzer şekilde, depolama süresince Kontrol grubu sucukların kalıntı nitrit içerikleri, en düşük düzeyde bulunmuştur. Diğer grupların ise istatistiki olarak benzer kalıntı nitrit içeriğine sahip oldukları tespit edilmiştir.

Sucuk örneklerinde depolama sürecinde meydana gelen oksidasyon seviyesinin belirlenmesi amacıyla TBA analizi yapılmış ve sucukların TBA miktarlarında dalgalanmalar olduğu ve değişimin istatistiki olarak önemli olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir. Literatür taraması sonucunda karşılaşılan bazı çalışmalar elde ettiğimiz bu sonucu desteklemektedir. TBA miktarlarındaki dalgalanmalar, lipid oksidasyonu sonucunda oluşan ürünlerin uzun süre stabil kalamamaları ile açıklanmaktadır. Sucukların modifiye atmosfer ambalaj içerisinde buzdolabı şartlarında depolanması ve yapısında bulunan nitrat/nitritin ve melasın antioksidatif etkiye sahip olması da TBA miktarlarında görülen dalgalanmaların nedenleri olarak düşünülmektedir. Buna karşılık üretimde doğal alternatif kürlenme işleminin uygulanması, sucukların TBA içeriklerini etkilemiştir. Sodyum nitrat ilaveli Kontrol grubu sucuklar diğer gruplarla karşılaştırıldığında daha yüksek TBA içeriğine (0.500 mg MA/kg örnek) sahip

bulunmuştur. Bu durum şeker pancarından elde edilen melasın antioksidan özelliğe sahip olması ile açıklanabilir.

Sucuk üretiminde doğal alternatif kürlenme işleminin uygulanması, sucukların olgunlaştırma sürecindeki çiğnenebilirlik özelliğinin artmasını sağlamıştır. Sodyum nitrat içeren sucukların en düşük çiğnenebilirlik özelliğine sahip olduğu, diğer grupların ise çiğnenebilirlik değerlerinin istatistiki olarak benzer olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde sertlik, kohesivlik, esneklik ve geri kazanım değerleri de; doğal alternatif kürlenme işlemi uygulanan sucuklarda Kontrol grubu ile kıyaslandığında, daha yüksek bulunmuştur. Bu durumdan, kullanılan melas ve toz melasın, olgunlaştırma sürecinde sucuğun tekstürel özelliklerini iyileştirdiği sonucu çıkarılabilir. Depolama sürecinde yapılan tekstür profil analizleri sonucunda; sucuk üretiminde doğal alternatif kürlenme işleminin sucukların sertlik, çiğnenebilirlik ve geri kazanım değerlerini arttırdığı belirlenmiştir. Depolama sürecinin ilerlemesiyle sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinin azaldığı, kohesivlik değerinin ise arttığı belirlenmiştir.

5.2. Öneriler

Son yıllarda tüketiciler, bilinç ve farkındalık düzeylerinin artışına bağlı olarak kimyasal katkı maddesi içermeyen, doğal ve organik gıdalar talep etmektedirler. Bu nedenle, bu alanda çalışan araştırmacılar ve gıda üreticilerinin bir çoğu doğal katkı maddesi kullanımına yönelmiştir. Benzer durum et endüstrisinde de mevcut olup, tüketicilerin kullanımına karşı çıktığı nitrat ve nitritin ürün formülasyonlarından çıkarılması veya kullanım miktarlarının azaltılması amacıyla et ürünlerinde doğal alternatif katkı maddesi arayışlarına yönelik çalışmalar her geçen gün artmaktadır.

Çalışmamızda yüksek miktarda nitrat içerdiğini tespit ettiğimiz şeker pancarı melası, kürlenme ajanı olarak iki ayrı formda (melas ve toz melas) fermente sucuk üretiminde kullanılmıştır. Sucukların olgunlaştırma (5 gün) ve depolama (60 gün) süreçlerinde çeşitli analizler yapılarak bazı kalite karakteristikleri incelenmiştir. Çalışma sonunda elde ettiğimiz veriler temel alınarak daha sonra yapılacak olan çalışmalara ışık tutması amacıyla aşağıdaki önerileri yapabiliriz:

Fermente sucuk üretiminde nitrat/nitrit yerine, şeker pancarı melasının kullanılabileceği belirlenmiştir. Uyguladığımız doğal alternatif kürlenme işlemi sucukların; a_w , pH, TBA miktarı, titrasyon asitliği, nitrozomyoglobin miktarı, LAB sayısı, sertlik, esneklik, çiğnenebilirlik ve geri kazanım değerleri üzerine olumlu etkiler yapmıştır. Yapılan duyusal analizlerde lezzet, tekstür ve genel beğeni parametreleri

açısından doğal alternatif kürleme işlemi uygulanan sucuklar, Kontrol grubu sucuklardan daha yüksek puanlar almıştır. Bununla birlikte depolama sürecinin sonunda, kalıntı nitrat ve kalıntı nitrit miktarları, doğal alternatif kürleme işlemi uygulanan sucuklarda daha yüksek çıkmasına karşın kabul edilebilir seviyelerdedir. Kürleme ajanı olarak melas ve toz melasın kullanılması durumunda elde edilen sucukların, en az 60 gün süreyle depolanması önerilebilir. Depolama süresi uzadıkça, kalıntı nitrat miktarı azalmaya devam edecektir. Ancak artan depolama süresinin; mikrobiyolojik ve oksidatif bozulmalar üzerindeki etkilerinin belirlenmesi gerektiği unutulmamalıdır.

Fermente sucuk üretiminde kürleme ajanı olarak şeker pancarı melasının kullanılması ile tüketicilerin kimyasal katkı maddesi içermeyen ürün tercihlerinin karşılanabileceği düşünülmektedir. Melas vitamin, mineral ve fenolik maddeler açısından oldukça zengindir. Ayrıca melasın; antioksidan, antikanser, antimikrobiyal ve antiinflamatuvar özellikleri sayesinde “fonksiyonel özellikte fermente sucuk üretimi” sağlanabilmektedir.

Melas, şeker pancarından şeker üretimi sırasında doğal olarak elde edilir ve hayvan beslenmesi, alkol ve ispirto üretimi dışında değerlendirme alanına sahip değildir. Bu çalışma ile birlikte, atık bir ürün olarak kabul edilen melasın insan beslenmesi için de kullanılabileceği belirlenmiştir.

Melas; oldukça ucuz ve kolay temin edilebilir bir üründür. Bu nedenle, ithal ve pahalı olan nitrat ve nitrit yerine kullanılması ekonomik açıdan da önem arz etmektedir.

Melasın nitrat içeriği, şeker pancarının yetiştirildiği bölge şartlarına bağlı olarak değişiklik gösterdiği için, nitrat/nitrit analizleri yapılarak ürün formülasyonlarına ilave edilebileceği unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

- Acan, B. G., Toker, O. S., Aktar, T., Tamturk, F., Palabiyik, I. ve Konar, N., 2020, Using spray-dried sugar beet molasses in ice cream as a novel bulking agent, *International Journal of Food Science & Technology*, 55 (3), 1298-1310.
- Adamsen, C. E., Møller, J. K., Laursen, K., Olsen, K. ve Skibsted, L. H., 2006, Zn-porphyrin formation in cured meat products: Effect of added salt and nitrite, *Meat Science*, 72 (4), 672-679.
- Ahmedna, M., Marshall, W. ve Rao, R., 2000, Production of granular activated carbons from select agricultural by-products and evaluation of their physical, chemical and adsorption properties, *Bioresource Technology*, 71 (2), 113-123.
- Ahn, H.-J., Kim, J.-H., Jo, C., Lee, J.-W., Yook, H.-S., Kim, H.-Y. ve Byun, M.-W., 2004, Combined effects of gamma irradiation and a modified atmospheric packaging on the physicochemical characteristics of sausage, *Radiation Physics and Chemistry*, 71 (1-2), 53-56.
- Aksu, M. İ. ve Kaya, M., 2002, Farklı kütleme yöntemleri ve starter kültür kullanılarak pastırma üretimi, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26 (4), 909-916.
- Aksu, M. İ. ve Kaya, M., 2004, Effect of usage *Urtica dioica* L. on microbiological properties of sucuk, a Turkish dry-fermented sausage, *Food Control*, 15 (8), 591-595.
- Al-Shuibi, A. ve Al-Abdullah, B., 2002, Substitution of nitrite by sorbate and the effect on properties of mortadella, *Meat Science*, 62 (4), 473-478.
- Alahakoon, A. U., Jayasena, D. D., Ramachandra, S. ve Jo, C., 2015, Alternatives to nitrite in processed meat: Up to date, *Trends in Food Science & Technology*, 45 (1), 37-49.
- Alamzan, O., Gonzalez, L. ve Galvez, L., 1998, The sugar cane: Its by-products and co-products, *Réduit, Mauritius: Food and Agricultural Research Council*.
- Allen, C. ve Foegeding, E., 1981, Some lipid characteristics and interactions in muscle foods. A review, *Food Technology*.
- Ammor, M. S. ve Mayo, B., 2007, Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as functional starter cultures in dry sausage production: An update, *Meat science*, 76 (1), 138-146.
- Anonim, 1995, USDA, Processing Inspector's Calculations Handbook (FSIS Directive 7620.3). U.S. Government Printing Office, Washington, DC.
- Anonim, 2001, Et ve et ürünleri sanayi alt komisyon raporu, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı.
- Anonim, 2008, Bal-fruktoz, glikoz, sakkaroz, turanoz ve maltoz muhtevası tayini-yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) metodu bal standardı.
- Anonim, 2013, Türk Gıda Kodeksi, Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği.
- Anonim, 2014, Commission Regulation (EU) No 601/2014.
- Anonim, 2015, Monographs evaluate consumption of red meat and processed meat (IARC), *International agency for research on cancer*, 240.
- Anonim, 2018, Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği (2018/52), *T.C. Resmi Gazete*.
- Antczak-Chrobot, A., Bąk, P. ve Wojtczak, M., 2018, The use of ionic chromatography in determining the contamination of sugar by-products by nitrite and nitrate, *Food Chemistry*, 240, 648-654.

- AOAC, 2000, Official methods of analysis of AOAC international, New York: Association of Official Analytical Chemists, 982.
- Archer, D. L., 2002, Evidence that ingested nitrate and nitrite are beneficial to health, *Journal of Food Protection*, 65 (5), 872-875.
- Armenteros, M., Aristoy, M.-C. ve Toldrá, F., 2012, Evolution of nitrate and nitrite during the processing of dry-cured ham with partial replacement of NaCl by other chloride salts, *Meat science*, 91 (3), 378-381.
- Arslan, B., 2016, Sucuk üretiminde yüzey küf inhibitörü olarak kitosan kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Asikin, Y., Takahashi, M., Mishima, T., Mizu, M., Takara, K. ve Wada, K., 2013, Antioxidant activity of sugarcane molasses against 2, 2'-azobis (2-amidinopropane) dihydrochloride-induced peroxy radicals, *Food Chemistry*, 141 (1), 466-472.
- Ay, A., 2015, Soğuk pres yağlar ilave edilerek üretilen fermente sucukların fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ayyıldız, R., 2001, Et ve et mamulleri imalatı tesisi sanayi profili, *TC Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Sanayi Araştırma ve Geliştirme Genel Müdürlüğü*, Ankara.
- Babaoğlu, A. S., 2020, Kurutulmuş bazı sebze tozlarının fermente sucuk üretiminde alternatif kütleme ajanı olarak kullanılabilme imkanları, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bağdatlı, A., 2013, Probiyotik sucuk üretiminde bileşim ve yapısal özelliklerin optimizasyonu, Doktora Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bahra, M., Kapil, V., Pearl, V., Ghosh, S. ve Ahluwalia, A., 2012, Inorganic nitrate ingestion improves vascular compliance but does not alter flow-mediated dilatation in healthy volunteers, *Nitric Oxide*, 26 (4), 197-202.
- Baka, A., Papavergou, E., Pragalaki, T., Bloukas, J. ve Kotzekidou, P., 2011, Effect of selected autochthonous starter cultures on processing and quality characteristics of Greek fermented sausages, *LWT-Food Science and Technology*, 44 (1), 54-61.
- Bakker, E., Engan, H., Patrician, A., Schagatay, E., Karlsen, T., Wisløff, U. ve Gaustad, S. E., 2015, Acute dietary nitrate supplementation improves arterial endothelial function at high altitude: a double-blinded randomized controlled cross over study, *Nitric Oxide*, 50, 58-64.
- Bedale, W., Sindelar, J. J. ve Milkowski, A. L., 2016, Dietary nitrate and nitrite: Benefits, risks, and evolving perceptions, *Meat science*, 120, 85-92.
- Bertol, T. M., Fiorentini, A. M., Santos, M. J. H. d., Sawitzki, M. C., Kawski, V. L., Agnes, I. B. L., Costa, C. D., Coldebella, A. ve Lopes, L. d. 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*, 32 (4), 783-792.
- Beşir, B., 2019, Havuç ve kiraz sapi tozları ile fermente sucuk üretiminde kullanılan sentetik nitrit miktarının azaltılabilme imkanlarının yanıt yüzey yöntemi ile modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Binkerd, E. ve Kolari, O., 1975, The history and use of nitrate and nitrite in the curing of meat, *Food and Cosmetics Toxicology*, 13 (6), 655-661.
- Bischoff, G., Bamberger, G. ve Bippes, K., 1982, Fleischverarbeitung, *Schroedel Schulbuchverlag, Hannover*, 320.

- Bondonno, C. P., Yang, X., Croft, K. D., Considine, M. J., Ward, N. C., Rich, L., Puddey, I. B., Swinny, E., Mubarak, A. ve Hodgson, J. M., 2012, Flavonoid-rich apples and nitrate-rich spinach augment nitric oxide status and improve endothelial function in healthy men and women: a randomized controlled trial, *Free Radical Biology and Medicine*, 52 (1), 95-102.
- Bories, P. N. ve Bories, C., 1995, Nitrate determination in biological fluids by an enzymatic one-step assay with nitrate reductase, *Clinical Chemistry*, 41 (6), 904-907.
- Bover-Cid, S., Hugas, M., Izquierdo-Pulido, M. ve Vidal-Carou, M. C., 2001a, Amino acid-decarboxylase activity of bacteria isolated from fermented pork sausages, *International Journal of Food Microbiology*, 66 (3), 185-189.
- 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 (1-2), 113-123.
- Bozkurt, H., 2002, Effects of some storage conditions and additives on quality and stability of sucuk (Turkish dry-fermented sausage), Doktora Tezi, *Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Bozkurt, H. ve Erkmen, O., 2002, Effects of starter cultures and additives on the quality of Turkish style sausage (sucuk), *Meat Science*, 61 (2), 149-156.
- Bozkurt, H. ve Bayram, M., 2006, Colour and textural attributes of sucuk during ripening, *Meat Science*, 73 (2), 344-350.
- Bozkurt, H. ve Erkmen, O., 2007, Effects of some commercial additives on the quality of sucuk (Turkish dry-fermented sausage), *Food Chemistry*, 101 (4), 1465-1473.
- Bugiardini, R., Manfrini, O., Pizzi, C., Fontana, F. ve Morgagni, G., 2004, Endothelial function predicts future development of coronary artery disease: a study of women with chest pain and normal coronary angiograms, *Circulation*, 109 (21), 2518-2523.
- Byun, M., Lee, J., Jo, C. ve Yook, H., 2001, Quality properties of sausage made with gamma-irradiated natural pork and lamb casing, *Meat Science*, 59 (3), 223-228.
- Candoğan, K., 2000, Bacterial starter cultures, aging and fermentation effects on some characteristics of fermented beef sausages, *Archived Dissertations*, 790.
- Candoğan, K. ve Acton, J., 2001, Proteolysis in sausage fermentation, *Gıda*, 26 (4), 247-253.
- Candoğan, K., 2009, Antimikrobiyal ve antioksidan özellikteki yenilebilir filmlerin taze etlerin raf ömrüne etkisi, *Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri*, 92.
- Cassens, R., Ito, T., Lee, M. ve Buege, D., 1978, The use of nitrite in meat, *Bioscience*, 28 (10), 633-637.
- Cassens, R. G., 1990, Nitrite-cured meat: a food safety issue in perspective, *Publications in Food Science and Nutrition (USA)*.
- Cemek, M., Akkaya, L., Birdane, Y. O., Seyrek, K., Bulut, S. ve Konuk, M., 2007, Nitrate and nitrite levels in fruity and natural mineral waters marketed in western Turkey, *Journal of Food Composition and Analysis*, 20 (3-4), 236-240.
- Ceylaner, A., 2018, Yaş şeker pancarı posasının iki farklı saklama koşulu ve süresinin besin madde düzeyi ve bazı mikrobiyolojik etkenler üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Firat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hayvan Besleme Ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı*.
- Choi, J. H., Bae, S. M. ve Jeong, J. Y., 2020, Effects of the addition levels of white kimchi powder and acerola juice powder on the qualities of indirectly cured meat products, *Food Science of Animal Resources*, 40 (4), 636.

- Choi, Y.-S., Kim, T.-K., Jeon, K.-H., Park, J.-D., Kim, H.-W., Hwang, K.-E. ve Kim, Y.-B., 2017, Effects of pre-converted nitrite from red beet and ascorbic acid on quality characteristics in meat emulsions, *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 37 (2), 288.
- Coksever, E. ve Saricoban, C., 2010, Effects of bitter orange albedo addition on the quality characteristics of naturally fermented Turkish style sausages (sucuks), *The Journal of Food, Agriculture and Environment*, 8 (1), 34-37.
- Coles, L. T. ve Clifton, P. M., 2012, Effect of beetroot juice on lowering blood pressure in free-living, disease-free adults: a randomized, placebo-controlled trial, *Nutrition Journal*, 11 (1), 106.
- Cooke, D. ve Scott, R., 1993, The sugar beet crop: science into practice, *Chapman & Hall*, p.
- Cortesi, M. L., Vollano, L., Peruzzi, M. F., Marrone, R. ve Mercogliano, R., 2015, Determination of nitrate and nitrite levels in infant foods marketed in Southern Italy, *CyTA-Journal of Food*, 13 (4), 629-634.
- Coşkun, Ö., 2002, Türk sucuğunda lipid oksidasyonuna ve serbest yağ asitleri oluşumuna ısıtılmanın etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Crehan, C., Hughes, E., Troy, D. ve Buckley, D., 2000, Effects of fat level and maltodextrin on the functional properties of frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat, *Meat Science*, 55 (4), 463-469.
- Çoksever, E., 2009, Farklı oranlarda turuncu albedosu ilavesinin sucuk kalitesi üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 99.
- Çon, A. H., 1995, Sucuktan bakterosin-benzeri antimikrobiyal metabolit üreten laktik asit bakterilerinin izolasyon ve identifikasyonu ve çeşitli gıda zararlısı ve/veya gıda kaynaklı patojen bakterilere karşı antagonistik aktivite araştırılması, Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Çon, A. H., Doğu, M. ve Gökalp, H. Y., 2002, Afyon'da büyük kapasiteli et işletmelerinde üretilen sucuk örneklerinin bazı mikrobiyolojik özelliklerinin periyodik olarak belirlenmesi, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26 (1), 11-16.
- Dalmış, Ü., 2007, Sucukta üretim ve depolama sırasında meydana gelen mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişimler, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Demasi, T. W., Grimes, L. W., Dick, R. L. ve Acton, J. C., 1989, Nitrosoheme pigment formation and light effects on color properties of semidry, nonfermented and fermented sausages, *Journal of Food Protection*, 52 (3), 189-193.
- Demir, N., 2013, Fermente sucuk üretiminde şalgam suyu kullanımının bazı patojenlerin canlılığı üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Demirel, Y. N. ve Gürlü, Z., 2018, The effect of natural microbiota on colour, texture and sensory properties of sucuk during the production, *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 65, 137-143.
- Demirkol, D., 2019, Fermente sucuklarda nitrit yerine nisin kullanımının bazı gıda patojenleri üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 82.
- Dertli, E., Yılmaz, M. T., Tatlısu, N. B., Toker, O. S., Cankurt, H. ve Sagdic, O., 2016, Effects of in situ exopolysaccharide production and fermentation conditions on physicochemical, microbiological, textural and microstructural properties of Turkish-type fermented sausage (sucuk), *Meat Science*, 121, 156-165.

- Diaz, O., Fernandez, M., de Fernando, G. D. G., de la Hoz, L. ve Ordóñez, J. A., 1993, Effect of the addition of pronase E on the proteolysis in dry fermented sausages, *Meat Science*, 34 (2), 205-216.
- Dilek, N. M., 2015, Gölevez (*Colocasia esculenta* (L.) schott) ununun glutensiz bisküvi ve erişte üretiminde kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, 158.
- Djordjević, M., Šereš, Z., Došenović, T., Šoronja-Simović, D., Maravić, N., Kukić, D., Nikolić, I. ve Djordjević, M., 2018, Sugar beet molasses purification by bentonite addition: Analysis of quality enhancement and treatment conditions, *LWT-Food Science and Technology*, 93, 142-149.
- Doğanay, H., 2007, Ziraat Coğrafyası-Ekonomik Coğrafya 3, *Bizim Büro Basımevi Yayın Dağıtım*, Ankara.
- Doğruer, Y. ve Güner, A., 2005, Effect of using sodium and potassium nitrate on degrading and residue level of nitrate and nitrite contents of pastirma during the storage period, *Acta Alimentaria*, 34 (2), 141-144.
- Duranton, F., Guillou, S., Simonin, H., Chéret, R. ve de Lamballerie, M., 2012, Combined use of high pressure and salt or sodium nitrite to control the growth of endogenous microflora in raw pork meat, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 16, 373-380.
- Dündar, A., 2011, Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilen köftelerde heterosiklik aromatik aminlerin oluşumunun sınırlandırılmasında optimum tuz, askorbik asit ve yağ kullanım seviyelerinin yanıt yüzey yöntemi ile belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi* Fen Bilimleri Enstitüsü, 106.
- Džinić, N., Ivić, M., Jokanović, M., Šojić, B., Škaljac, S. ve Tomović, V., 2016, Chemical, color, texture and sensory properties of Cajna kobasica, a dry fermented sausage, *Quality of Life*, 13 (1-2).
- Eerola, S., Sagués, A.-X. R., Lilleberg, L. ve Aalto, H., 1997, Biogenic amines in dry sausages during shelf-life storage, *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 205 (5), 351-355.
- Eisinaite, V., Tamkutė, L., Vinauskienė, R. ve Leskauskaitė, 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*, 109586.
- 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 (1), 718-726.
- Ensoy, Ü., 2004, Hindi sucuğu üretiminde starter kültür kullanımı ve ısıtım işlem uygulamasının ürün karakteristikleri üzerine etkisi, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ensoy, Ü. ve Kolsarıcı, N., 2004, Fermente et ürünlerinde flavor oluşumu, *Standard*, 43 (507), 81-93.
- Ensoy, Ü., Kolsarıcı, N., Candoğan, K. ve Karslıoğlu, B., 2010, Changes in biochemical and microbiological characteristics of turkey sucuks as affected by processing and starter culture utilization, *Journal of Muscle Foods*, 21 (1), 142-165.
- Ercoşkun, H., 1999, Farklı starter kültürler kullanılarak üretilen sucukların bazı özellikleri ve uçucu aroma bileşenleri, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, 91.
- Ercoşkun, H., 2006, Isıtım işlem uygulanarak üretilen sucukların bazı kalite özelliklerine fermentasyon süresinin etkileri, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Ergezer, H., 2013, Enginar atıklarından elde edilen ekstraktın çiğ ve pişirilmiş köftelerde antioksidatif etkilerinin araştırılması, Doktora Tezi, *Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 171.
- Erginkaya, Z., 1993, Fermente sucuklarda organik asit miktarlarının belirlenmesi, *Gıda*, 18 (6).
- Ergönül, B., 2009, Farklı probiyotik kültürler kullanarak hindi sucuğu üretimi ve kalite üzerine etkileri, Doktora Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Ergün, A., Tuncer, Ş. D. ve Çolpan, İ., 2016, Yemler, Yem Hijyeni ve Teknolojisi, *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara*.
- Eriksson, C. E., 1982, Lipid oxidation catalysts and inhibitors in raw materials and processed foods, *Food Chemistry*, 9 (1-2), 3-19.
- Erkmen, G., Orak, H. ve Şatiroğlu, S., 1990, Nitrate and nitrite content of fresh vegetables of Turkish origin, *Turkish Journal of Chemistry*, 14, 196-200.
- Erten, H. P., 2019, Domates ve pirasa tozları ile fermente sucuk üretiminde kullanılan sentetik nitrit miktarının azaltılabilme imkanlarının yanıt yüzey yöntemi ile modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Fernández, J., Pérez-Álvarez, J. A. ve Fernández-López, J. A., 1997, Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat, *Food Chemistry*, 59 (3), 345-353.
- Filipčev, B., Lević, L., Bodroža-Solarov, M., Mišljenović, N. ve Koprivica, G., 2010, Quality characteristics and antioxidant properties of breads supplemented with sugar beet molasses-based ingredients, *International Journal of Food Properties*, 13 (5), 1035-1053.
- Filipčev, B., Bodroža-Solarov, M., Šimurina, O. ve Cvetković, B., 2012, Use of sugar beet molasses in processing of gingerbread type biscuits: Effect on quality characteristics, nutritional profile, and bioavailability of calcium and iron, *Acta Alimentaria*, 41 (4), 494-505.
- Filipčev, B., Šimurina, O. ve Bodroža-Solarov, M., 2014, Quality of gingerbread type biscuits as affected by varying fat content and partial replacement of honey with molasses, *Journal of Food Science and Technology*, 51 (11), 3163-3171.
- Filipčev, B., Mišan, A., Šarić, B. ve Šimurina, O., 2016, Sugar beet molasses as an ingredient to enhance the nutritional and functional properties of gluten-free cookies, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 67 (3), 249-256.
- Filipčev, B. V., 2011, Sugar beet molasses: an ingredient to enhance micronutrients and functionality in bread, *Food and Feed Research*, 38 (2), 101-108.
- Ford, P. C. ve Lorkovic, I. M., 2002, Mechanistic aspects of the reactions of nitric oxide with transition-metal complexes, *Chemical Reviews*, 102 (4), 993-1018.
- Forrest, J. C., Aberle, E. D., Hedrick, H. B., Judge, M. D. ve Merkel, R. A., 1975, Principles of Meat Science, WH Freeman and Co., p.
- Fuchs, D., Nyakayiru, J., Draijer, R., Mulder, T. P., Hopman, M. T., Eijssvogels, T. M. ve Thijssen, D. H., 2016, Impact of flavonoid-rich black tea and beetroot juice on postprandial peripheral vascular resistance and glucose homeostasis in obese, insulin-resistant men: a randomized controlled trial, *Nutrition & Metabolism*, 13 (1), 34.
- Gençcelep, H., 2006, Sucuk üretiminde değişik starter kültürler ve farklı nitrit seviyelerinin biyojen amin oluşumu üzerine etkileri, Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Gençcelep, H., Kaban, G. ve Kaya, M., 2007, Effects of starter cultures and nitrite levels on formation of biogenic amines in sucuk, *Meat Science*, 77 (3), 424-430.

- 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 (2), 105-111.
- Ghazal, G. ve Atallah, A., 2016, Production of probiotic yoghurt fortified with bee honey, beet molasses, date honey and pomegranate honey, *Egyptian Informatics Journal*, 44, 102-117.
- Gimeno, O., Ansorena, D., Astiasarán, I. ve Bello, J., 2000, Characterization of chorizo de Pamplona: instrumental measurements of colour and texture, *Food Chemistry*, 69 (2), 195-200.
- González, B. ve Díez, V., 2002, The effect of nitrite and starter culture on microbiological quality of “chorizo”—a Spanish dry cured sausage, *Meat Science*, 60 (3), 295-298.
- Gök, V., 2006, Antioksidan kullanımının fermente sucukların bazı kalite özellikleri üzerine etkileri, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 145.
- Gök, V., Obuz, E., Şahin, M. E. ve Serteser, A., 2011, The effects of some natural antioxidants on the color, chemical and microbiological properties of sucuk (Turkish dry-fermented sausage) during ripening and storage periods, *Journal of Food Processing and Preservation*, 35 (5), 677-690.
- Gökalp, H., 1982, Starter kültür kullanılarak Türk tipi sucuk imalinde metod geliştirilmesi, *Project No: VHAG-523. Ankara, Turkey: The Scientific and Technological Research Council of Turkey, Veterinary and Animal Sciences Research Group*.
- Gökalp, H., Kaya, M., Zorba, O. ve Tulek, Y., 1999, Et ve ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 318, Ders Kitabı: 69*, p.
- Gökalp, H. Y., Ercoskun, H. ve Çon, A. H., 1998, Fermente et ürünlerinde bazı biyokimyasal reaksiyonlar ve aroma üzerine etkileri, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4 (3), 805-811.
- Gökalp, Y. G., Kaya, M. ve Zorba, Ö., 2004, Et ürünleri işleme mühendisliği (besinci baskı), *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum*, p.
- Gökmen, M., 2010, Türk sucuğu üretiminde kitosan kullanımı ve kalite üzerine etkileri, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, 67.
- Gray, J., 1978, Measurement of lipid oxidation: a review, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 55 (6), 539-546.
- Gray, J., MacDonald, B., Pearson, A. ve Morton, I., 1981, Role of nitrite in cured meat flavor: a review, *Journal of Food Protection*, 44 (4), 302-312.
- Halcox, J. P., Schenke, W. H., Zalos, G., Mincemoyer, R., Prasad, A., Waclawiw, M. A., Nour, K. R. ve Quyyumi, A. A., 2002, Prognostic value of coronary vascular endothelial dysfunction, *Circulation*, 106 (6), 653-658.
- Hamilton, J. P. ve Meltzer, S. J., 2006, A review of the genomics of gastric cancer, *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 4 (4), 416-425.
- Hampikyan, H., 2006, Fermente sucuklarda nisin kullanımının *Listeria monocytogenes* üzerine etkileri, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü*.
- Herrero, A., Ordóñez, J., de Avila, R., Herranz, B., De la Hoz, L. ve Cambero, M., 2007, Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) and physico-chemical characteristics, *Meat Science*, 77 (3), 331-338.

- Herrmann, S. S., Granby, K. ve Duedahl-Olesen, L., 2015, Formation and mitigation of N-nitrosamines in nitrite preserved cooked sausages, *Food Chemistry*, 174, 516-526.
- Higginbotham, J. ve McCarthy, J., 1998, Quality and storage of molasses, *Sugar Technology-Beet and Cane Manufacture*, 973-992.
- Hobbs, D., George, T. ve Lovegrove, J., 2014, Differential effect of beetroot bread on postprandial DBP according to Glu298Asp polymorphism in the eNOS gene: a pilot study, *Journal of Human Hypertension*, 28 (12), 726-730.
- Hoffmann, C. M. ve Märlander, B., 2005, Composition of harmful nitrogen in sugar beet (*Beta vulgaris* L.)—amino acids, betaine, nitrate—as affected by genotype and environment, *European Journal of Agronomy*, 22 (3), 255-265.
- Honikel, K.-O., 2008, The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products, *Meat Science*, 78 (1-2), 68-76.
- Honikel, K. O., 2007, Principles of curing, *Handbook of Fermented Meat and Poultry*, 17-30.
- Horsch, A., Sebranek, J., Dickson, J., Niebuhr, S., Larson, E., Lavieri, N., Ruther, B. ve Wilson, L., 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 (1), 400-407.
- Hughes, W. E., Ueda, K., Treichler, D. P. ve Casey, D. P., 2016, Effects of acute dietary nitrate supplementation on aortic blood pressure and aortic augmentation index in young and older adults, *Nitric Oxide*, 59, 21-27.
- Hunt, M., Acton, J., Benedict, R., Calkins, C., Cornforth, D., Jeremiah, L., Olson, D., Salm, C., Savell, J. ve Shivas, S., 1991, Guidelines for meat color evaluation, *44th Annual Reciprocal Meat Conference*, 9-12.
- Hwang, K.-E., Kim, T.-K., Kim, H.-W., Oh, N.-S., Kim, Y.-B., Jeon, K.-H. ve Choi, Y.-S., 2017, Effect of fermented red beet extracts on the shelf stability of low-salt frankfurters, *Food Science and Biotechnology*, 26 (4), 929-936.
- Hwang, K.-E., Kim, T.-K., Kim, H.-W., 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 (8), 1358.
- İçöz, A., 2017, Tekirdağ köftesinin farklı oranlarda jelatin, gliserol ve kekik ekstrakti içeren çözelti ile kaplanmasının raf ömrüne etkisinin araştırılması, Doktora Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Igene, J., Yamauchi, K., Pearson, A., Gray, J. ve Aust, S., 1985, Mechanisms by which nitrite inhibits the development of warmed-over flavour (WOF) in cured meat, *Food Chemistry*, 18 (1), 1-18.
- Ilıkkın, H., Ercoşkun, H., Vural, H. ve Şahin, E., 2009, The effect of addition of hazelnut oil on some quality characteristics of Turkish fermented sausage (sucuk), *Journal of Muscle Foods*, 20 (1), 117-127.
- Incze, K., 1992, Roh fermentierte, getrocknete Fleischerzeugnisse, *Fleischwirtschaft (Frankfurt)*, 72 (1), 8-19.
- Inguglia, E. S., Oliveira, M., Burgess, C. M., Kerry, J. P. ve Tiwari, B. K., 2020, Plasma-activated water as an alternative nitrite source for the curing of beef jerky: Influence on quality and inactivation of *Listeria innocua*, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 59, 102276.
- Jackson, A. L., Kulchaiyawat, C., Sullivan, G. A., Sebranek, J. G. ve Dickson, J. S., 2011a, Use of natural ingredients to control growth of *Clostridium perfringens*

- in naturally cured frankfurters and hams, *Journal of Food Protection*, 74 (3), 417-424.
- Jackson, A. L., Sullivan, G. A., Kulchaiyawat, C., Sebranek, J. G. ve Dickson, J. S., 2011b, Survival and growth of *Clostridium perfringens* in commercial no-nitrate-or-nitrite-added (natural and organic) frankfurters, hams, and bacon, *Journal of Food Protection*, 74 (3), 410-416.
- Jeong, J. Y., Bae, S. M., Yoon, J. ve Gwak, S. H., 2020a, Investigating the effects of chinese cabbage powder as an alternative nitrate source on cured color development of ground pork sausages, *Food Science of Animal Resources*, 40 (6), 990-1000.
- Jeong, J. Y., Bae, S. M., Yoon, J., Jeong, D. H. ve Gwak, S. H., 2020b, Effect of using vegetable powders as nitrite/nitrate sources on the physicochemical characteristics of cooked pork products, *Food Science of Animal Resources*, 40 (5), 831.
- 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 (4), 472.
- 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.
- Jin, S. K., Kim, I. S., Song, Y. M., Kim, D. H., Lee, C. Y., Hur, I. C., Park, J., Kang, S. N. ve Hur, S. J., 2013, Effect of packaging methods on quality characteristics of low-grade beef during aging at 16° C, *Journal of Food Processing and Preservation*, 37 (6), 1111-1118.
- Jo, C. ve Ahn, D., 2000, Volatiles and oxidative changes in irradiated pork sausage with different fatty acid composition and tocopherol content, *Journal of Food Science*, 65 (2), 270-275.
- Jodidi, S. L., 1911, The Sugar beet and beet sugar, Beet Sugar Gazette Company, p.
- Johansson, G., Berdagué, J.-L., Larsson, M., Tran, N. ve Borch, E., 1994, Lipolysis, proteolysis and formation of volatile components during ripening of a fermented sausage with *Pediococcus pentosaceus* and *Staphylococcus xylosus* as starter cultures, *Meat Science*, 38 (2), 203-218.
- Jonvik, K. L., Nyakayiru, J., Pinckaers, P. J., Senden, J. M., van Loon, L. J. ve Verdijk, L. B., 2016, Nitrate-rich vegetables increase plasma nitrate and nitrite concentrations and lower blood pressure in healthy adults, *The Journal of Nutrition*, 146 (5), 986-993.
- Kaban, G. ve Kaya, M., 2006, Effect of starter culture on growth of *Staphylococcus aureus* in sucuk, *Food control*, 17 (10), 797-801.
- Kaban, G., 2007, Geleneksel olarak üretilen sucuklardan laktik asit bakterileri ile katalaz pozitif kokların izolasyonu-identifikasyonu, üretimde kullanılabilme imkânları ve uçucu bileşikler üzerine etkileri, Doktora tezi, *Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum*.
- Kaban, G. ve Kaya, M., 2009, Effects of *Lactobacillus plantarum* and *Staphylococcus xylosus* on the quality characteristics of dry fermented sausage "Sucuk", *Journal of Food Science*, 74 (1), 58-63.
- Kapil, V., Milsom, A. B., Okorie, M., Maleki-Toyserkani, S., Akram, F., Rehman, F., Arghandawi, S., Pearl, V., Benjamin, N. ve Loukogeorgakis, S., 2010, Inorganic

- nitrate supplementation lowers blood pressure in humans: role for nitrite-derived NO, *Hypertension*, 56 (2), 274-281.
- Kapil, V., Khambata, R. S., Robertson, A., Caulfield, M. J. ve Ahluwalia, A., 2015, Dietary nitrate provides sustained blood pressure lowering in hypertensive patients: a randomized, phase 2, double-blind, placebo-controlled study, *Hypertension*, 65 (2), 320-327.
- Karakaya, M., 2007, Et Bilimi ve Teknolojisi, Lisans Ders Notları. Selçuk Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya.
- Kargozari, M., Moini, S., Basti, A. A., Emam-Djomeh, Z., Gandomi, H., Martin, I. R., Ghasemlou, M. ve Carbonell-Barrachina, Á. A., 2014a, Effect of autochthonous starter cultures isolated from Siahmazgi cheese on physicochemical, microbiological and volatile compound profiles and sensorial attributes of sucuk, a Turkish dry-fermented sausage, *Meat Science*, 97 (1), 104-114.
- Kargozari, M., Moini, S., Basti, A. A., Emam-Djomeh, Z., Ghasemlou, M., Martin, I. R., Gandomi, H., Carbonell-Barrachina, Á. A. ve Szumny, A., 2014b, Development of Turkish dry-fermented sausage (sucuk) reformulated with camel meat and hump fat and evaluation of physicochemical, textural, fatty acid and volatile compound profiles during ripening, *LWT-Food Science and Technology*, 59 (2), 849-858.
- Kavas, M. ve Leblebici, M., 2004, Kalite ve İşletme Kontrol Laboratuvarları El Kitabı, *Türkiye Seker Fabrikaları AS Genel Müdürlüğü Ankara (In Turkish)*, 129-130.
- Kayaardı, S. ve Gök, V., 2004, Effect of replacing beef fat with olive oil on quality characteristics of Turkish soudjouk (sucuk), *Meat Science*, 66 (1), 249-257.
- Keen, J. T., Levitt, E. L., Hodges, G. J. ve Wong, B. J., 2015, Short-term dietary nitrate supplementation augments cutaneous vasodilatation and reduces mean arterial pressure in healthy humans, *Microvascular Research*, 98, 48-53.
- Keller, J., Skelley, G. ve Acton, J., 1974, Effect of meat particle size and casing diameter on summer sausage properties during drying, *Journal of Milk and Food Technology*, 37 (2), 101-106.
- Kim, T.-K., Hwang, K.-E., Lee, M.-A., Paik, H.-D., Kim, Y.-B. ve Choi, Y.-S., 2019, Quality characteristics of pork loin cured with green nitrite source and some organic acids, *Meat Science*, 152, 141-145.
- Koprivica, G., Misljenovic, N., Levic, L. ve Kuljanin, T., 2009, Influence of the nutrients present in sugar beet molasses and saccharose solutions on the quality of osmodehydrated carrot, *The National Society of Processing and Energy in Agriculture (PTEP) (Serbia)*.
- Kozan, H. İ., 2018, Farklı probiyotik bakteriler inoküle edilmiş yulaf kepeği ilaveli sucukların depolama sürecinde bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerindeki değişimin belirlenmesi, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Krause, B., Sebranek, J., Rust, R. 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 (4), 507-513.
- Kundakci, A., Kayacier, A. ve Ergonul, B., 2007, Effect of starter culture and packaging on the chemical, microbiological and sensory quality of Turkish soudjouk (sucuk), *International Journal of Food Properties*, 10 (3), 537-547.
- Kurt, E., 2009, Sucukta organik asit kompozisyonuna farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.

- Kurt, Ş., 2006, Sucuğun bazı özellikleri ve biyojen amin oluşumu üzerinde fermentasyon süresi, nitrit seviyesi ve ısıtma işlem sıcaklığı etkisi, Doktora Tezi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Kurt, Ş. ve Zorba, Ö., 2010, The microbiological quality of Turkish dry fermented sausage (sucuk), as affected by ripening period nitrite level and heat treatment, *Food Science and Technology Research*, 16 (3), 191-196.
- Kurt, Ş., 2016, The effects of grape seed flour on the quality of Turkish dry fermented sausage (sucuk) during ripening and refrigerated storage, *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 36 (3), 300.
- Labuza, T. P. ve Dugan Jr, L., 1971, Kinetics of lipid oxidation in foods, *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 2 (3), 355-405.
- Ladikos, D. ve Lougovois, V., 1990, Lipid oxidation in muscle foods: A review, *Food Chemistry*, 35 (4), 295-314.
- Lambooij, E., Potgieter, C., Britz, C., Nortje, G. ve Pieterse, C., 1999, Effects of electrical and mechanical stunning methods on meat quality in ostriches, *Meat science*, 52 (3), 331-337.
- Łaszkiewicz, B., Szymański, P. ve Kołożyn-Krajewska, D., 2020, The effect of selected lactic acid bacterial strains on the technological and microbiological quality of mechanically separated poultry meat cured with a reduced amount of sodium nitrite, *Poultry Science*.
- Lee, J., Jo, K., Lim, Y., Jeon, H. J., Choe, J. H., Jo, C. ve Jung, S., 2018, The use of atmospheric pressure plasma as a curing process for canned ground ham, *Food Chemistry*, 240, 430-436.
- Lee, M., Sebrank, J. ve Parrish Jr, F. C., 1996, Accelerated postmortem aging of beef utilizing electronbeam irradiation and modified atmosphere packaging, *Journal of Food Science*, 61 (1), 133-136.
- Lerman, A. ve Zeiher, A. M., 2005, Endothelial function: cardiac events, *Circulation*, 111 (3), 363-368.
- Li, P., Kong, B., Chen, Q., Zheng, D. ve Liu, N., 2013, Formation and identification of nitrosylmyoglobin by *Staphylococcus xylosus* in raw meat batters: A potential solution for nitrite substitution in meat products, *Meat Science*, 93 (1), 67-72.
- Lin, L., Hu, J. Y., Wu, Y., Chen, M., Ou, J. ve Yan, W. L., 2018, Assessment of the inhibitory effects of sodium nitrite, nisin, potassium sorbate, and sodium lactate on *Staphylococcus aureus* growth and staphylococcal enterotoxin A production in cooked pork sausage using a predictive growth model, *Food Science and Human Wellness*, 7 (1), 83-90.
- Liu, A. H., Bondonno, C. P., Croft, K. D., Puddey, I. B., Woodman, R. J., Rich, L., Ward, N. C., Vita, J. A. ve Hodgson, J. M., 2013, Effects of a nitrate-rich meal on arterial stiffness and blood pressure in healthy volunteers, *Nitric Oxide*, 35, 123-130.
- Liu, D.-C., Wu, S.-W. ve Tan, F.-J., 2010, Effects of addition of anka rice on the qualities of low-nitrite Chinese sausages, *Food Chemistry*, 118 (2), 245-250.
- Liu, G., Wang, Y., Gui, M., Zheng, H., Dai, R. ve Li, P., 2012, Combined effect of high hydrostatic pressure and enterocin LM-2 on the refrigerated shelf life of ready-to-eat sliced vacuum-packed cooked ham, *Food Control*, 24 (1-2), 64-71.
- Love, J., 1983, The role of heme iron in the oxidation of lipids in red meats, *Food Technology (USA)*.
- Lücke, F. K., 1985, Fermented sausages, microbiology of food fermentations, *Applied Science Publishers London*, 2, 41-83.

- Lücke, F. K., 1998, Fermented sausages, In: Microbiology of fermented foods, Eds: Springer, p. 441-483.
- Lücke, F. K., 2000, Utilization of microbes to process and preserve meat, *Meat Science*, 56 (2), 105-115.
- 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 (11), 1743-1754.
- Mahn, K., Hoffmann, C. ve Märlander, B., 2002, Distribution of quality components in different morphological sections of sugar beet (*Beta vulgaris* L.), *European Journal of Agronomy*, 17 (1), 29-39.
- McClure, B. N., Sebranek, J. G., Kim, Y. H. ve Sullivan, G. A., 2011, The effects of lactate on nitrosylmyoglobin formation from nitrite and metmyoglobin in a cured meat system, *Food Chemistry*, 129 (3), 1072-1079.
- Mikuška, P. ve Večeřa, Z., 2003, Simultaneous determination of nitrite and nitrate in water by chemiluminescent flow-injection analysis, *Analytica Chimica Acta*, 495 (1-2), 225-232.
- Miles, E. A., Zoubouli, P. ve Calder, P. C., 2005, Differential anti-inflammatory effects of phenolic compounds from extra virgin olive oil identified in human whole blood cultures, *Nutrition*, 21 (3), 389-394.
- Møller, J. K. ve Skibsted, L. H., 2002, Nitric oxide and myoglobins, *Chemical Reviews*, 102 (4), 1167-1178.
- Moosavi, A. ve Karbassi, A., 2010, Bioconversion of sugar-beet molasses into xanthan gum, *Journal of Food Processing and Preservation*, 34 (2), 316-322.
- Myers, K., Cannon, J., Montoya, D., Dickson, J., Lonergan, S. ve Sebranek, J., 2013a, 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.
- Myers, K., Montoya, D., Cannon, J., Dickson, J. ve Sebranek, J., 2013b, The effect of high hydrostatic pressure, sodium nitrite and salt concentration on the growth of *Listeria monocytogenes* on RTE ham and turkey, *Meat science*, 93 (2), 263-268.
- Nychas, G. ve Arkoudelos, J., 1990, Staphylococci: their role in fermented sausages, *Journal of Applied Bacteriology*, 69, 167-188.
- Olivares, A., Navarro, J. L., Salvador, A. ve Flores, M., 2010, Sensory acceptability of slow fermented sausages based on fat content and ripening time, *Meat Science*, 86 (2), 251-257.
- Olsen, F. L. ve Peitersen, N., 1984, Growth and acid production by lactic acid bacteria in salami like meat mixture. European Meat Research Conference. 2;871.
- Onbasli, D. ve Aslim, B., 2008, Determination of antimicrobial activity and production of some metabolites by *Pseudomonas aeruginosa* B1 and B2 in sugar beet molasses, *African Journal of Biotechnology*, 7 (24).
- Oostindjer, M., Alexander, J., Amdam, G. V., Andersen, G., Bryan, N. S., Chen, D., Corpet, D. E., De Smet, S., Dragsted, L. O. ve Haug, A., 2014, The role of red and processed meat in colorectal cancer development: a perspective, *Meat Science*, 97 (4), 583-596.
- Ordóñez, J. A., Hierro, E. M., Bruna, J. M. ve Hoz, L. d. l., 1999, Changes in the components of dry-fermented sausages during ripening, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 39 (4), 329-367.
- Ozaki, M. M., Munekata, P. E., Jacinto-Valderrama, R. A., Efraim, P., Pateiro, M., Lorenzo, J. M. ve Pollonio, M. A. R., 2020, Beetroot and radish powders as natural nitrite source for fermented dry sausages, *Meat science*, 171, 108275.

- Öven, D. C., 2017, Sucukların bazı fizikokimyasal ve tekstürel özellikleri üzerine farklı yağ oranlarının etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özbay Doğu, S. ve Sarıçoban, C., 2015, Meat drying technology and some dried meat products consumed in the world, *Food and Health*, 1 (3), 109-123.
- Özçağlar, A., 1992, Türkiye’de şeker pancarı ekim alanlarının coğrafi dağılışı, *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi* (1), 15-54.
- Özdal, T., 2020, Changes in physicochemical, microbiological and sensory characteristics of traditionally produced Turkish sucuk during ripening and storage: Natural or synthetic additives?, *Gıda/The Journal of Food*, 45 (2).
- Özdemir, S., 2018, Fermente sucuk üretiminde kereviz ve kuşburnu tozları kullanılarak sentetik nitrit miktarının azaltılabilme İmkânlarının yanıt yüzey yöntemi ile modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özdestan, Ö. ve Üren, A., 2010, Gıdalarda nitrat ve nitrit, *Akademik Gıda*, 8 (6), 35-43.
- Özer, C. O., Kılıç, B. ve Kılıç, G. B., 2016, In-vitro microbial production of conjugated linoleic acid by probiotic *L. plantarum* strains: Utilization as a functional starter culture in sucuk fermentation, *Meat science*, 114, 24-31.
- Öziş, G., 2014, Bazı organik asit ve tuzlarının fermente sucuğun bazı özellikleri üzerindeki etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi* Fen Bilimleri Enstitüsü, 87.
- Özkan, M., 2014, Şeker pancarının işlenmesi sürecinin iş sağlığı ve güvenliği yönünden değerlendirilmesi, Uzmanlık Tezi, TC Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü.
- Öztaş, A., 2003, Et Bilimi ve Teknolojisi, 4. baskı, 1, *TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları*, p.
- Öztaş, A., 2013, Et Bilimi ve Teknolojisi,, *Gıda Mühendisleri Odası Yayınları*, Ankara, p.
- Palamutoğlu, R., Fidan, A. ve Kasnak, C., 2018, Spinach powder addition to sucuk for alternative to nitrite addition, *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. Series II*, 11 (2), 155-162.
- Parthasarathy, D. K. ve Bryan, N. S., 2012, Sodium nitrite: The “cure” for nitric oxide insufficiency, *Meat science*, 92 (3), 274-279.
- Paturau, J. M., 1989, By-products of the cane sugar industry. An introduction to their industrial utilization, Elsevier Science Publishers BV, p.
- Pegg, R. ve Shahidi, F., 2000, Nitrite curing of meat. u: The Nitrosamine Problem and Nitrite Alternatives, *Food and Nutrition Press*.
- Pegg, R. B. ve Shahidi, F., 2008, Nitrite curing of meat: The N-nitrosamine problem and nitrite alternatives, John Wiley & Sons, p.
- Pennisi, L., Verrocchi, E., Paludi, D. ve Vergara, A., 2020, Effects of vegetable powders as nitrite alternative in Italian dry fermented sausage, *Italian Journal of Food Safety*, 9 (2).
- Perea-Sanz, L., López-Díez, J. J., Belloch, C. ve Flores, M., 2020, Counteracting the effect of reducing nitrate/nitrite levels on dry fermented sausage aroma by *Debaryomyces hansenii* inoculation, *Meat Science*, 103-108.
- Pérez-Alvarez, J. A., Sayas-Barberá, M. a. E., Fernández-López, J. ve Aranda-Catalá, V., 1999, Physicochemical characteristics of Spanish-type dry-cured sausage, *Food Research International*, 32 (9), 599-607.

- Pierson, M. D., Smoot, L. A. ve Robach, M. C., 1983, Nitrite, nitrite alternatives, and the control of *Clostridium botulinum* in cured meats, *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 17 (2), 141-187.
- Pinotti, A., Graiver, N., Califano, A. ve Zaritzky, N., 2002, Diffusion of nitrite and nitrate salts in pork tissue in the presence of sodium chloride, *Journal of Food Science*, 67 (6), 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.
- Pourazrang, H., Moazzami, A. ve Bazzaz, B. F., 2002, Inhibition of mutagenic N-nitroso compound formation in sausage samples by using L-ascorbic acid and α -tocopherol, *Meat science*, 62 (4), 479-483.
- Prasad, S. ve Chetty, A. A., 2008, Nitrate-N determination in leafy vegetables: Study of the effects of cooking and freezing, *Food Chemistry*, 106 (2), 772-780.
- Presley, T. D., Morgan, A. R., Bechtold, E., Clodfelter, W., Dove, R. W., Jennings, J. M., Kraft, R. A., King, S. B., Laurienti, P. J. ve Rejeski, W. J., 2011, Acute effect of a high nitrate diet on brain perfusion in older adults, *Nitric Oxide*, 24 (1), 34-42.
- Račkauskienė, I., Pukalskas, A., Venskutonis, P. R., Fiore, A., Troise, A. D. ve Fogliano, V., 2015, Effects of beetroot (*Beta vulgaris*) preparations on the Maillard reaction products in milk and meat-protein model systems, *Food Research International*, 70, 31-39.
- Ramanathan, R., Mancini, R. A., Joseph, P., Yin, S., Tatiyaborworntham, N., Petersson, K. H., Sun, Q. ve Konda, M. R., 2011, Effects of lactate on ground lamb colour stability and mitochondria-mediated metmyoglobin reduction, *Food Chemistry*, 126 (1), 166-171.
- Ramarathnam, N., Rubin, L. J. ve Diosady, L. L., 1993, Studies on meat flavor. 4. Fractionation, characterization, and quantitation of volatiles from uncured and cured beef and chicken, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41 (6), 939-945.
- Rammos, C., Hendgen-Cotta, U. B., Sobierajski, J., Bernard, A., Kelm, M. ve Rassaf, T., 2014, Dietary nitrate reverses vascular dysfunction in older adults with moderately increased cardiovascular risk, *Journal of the American College of Cardiology*, 63 (15), 1584-1585.
- Ranken, M. D., 1981, The use of ascorbic acid in meat processing.
- Roberts, T. ve Dainty, R., 1991, Nitrite and nitrate as food additives: rationale and mode of action, *Nitrates and Nitrites in Food and Water*, 113-124.
- Rodriguez-Mateos, A., Hezel, M., Aydin, H., Kelm, M., Lundberg, J. O., Weitzberg, E., Spencer, J. P. ve Heiss, C., 2015, Interactions between cocoa flavanols and inorganic nitrate: additive effects on endothelial function at achievable dietary amounts, *Free Radical Biology and Medicine*, 80, 121-128.
- Rodriguez, J., Martinez, M., Horn, N. ve Dodd, H., 2003, Heterologous production of bacteriocins by lactic acid bacteria, *International journal of food microbiology*, 80 (2), 101-116.
- Roukas, T., 1996, Ethanol production from non-sterilized beet molasses by free and immobilized *Saccharomyces cerevisiae* cells using fed-batch culture, *Journal of Food Engineering*, 27 (1), 87-96.
- Sadullahoğlu, H., 2010, Öğütülmüş çeşitli bitki tohumlarının sucuğun bazı kalite özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.

- Sagdic, O., Ozturk, I., Yilmaz, M. T. ve Yetim, H., 2011, Effect of grape pomace extracts obtained from different grape varieties on microbial quality of beef patty, *Journal of Food Science*, 76 (7), 515-521.
- Sallan, S., 2018, Fermente sucukta nitrozamin oluşumuna karabiber seviyesi, sodyum askorbat kullanımı ve pişirme derecesinin etkileri, Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Sallan, S., Kaban, G. ve Kaya, M., 2019, Nitrosamines in sucuk: Effects of black pepper, sodium ascorbate and cooking level, *Food chemistry*, 288, 341-346.
- Sallan, S., Kaban, G., Oğraş, Ş. Ş., Çelik, M. ve Kaya, M., 2020, Nitrosamine formation in a semi-dry fermented sausage: Effects of nitrite, ascorbate and starter culture and role of cooking, *Meat science*, 159, 107917.
- Santamaria, P., 2006, Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86 (1), 10-17.
- Santarelli, R. L., Pierre, F. ve Corpet, D. E., 2008, Processed meat and colorectal cancer: A review of epidemiologic and experimental evidence, *Nutrition and Cancer*, 60 (2), 131-144.
- Šarić, L. Ć., Filipčev, B. V., Šimurina, O. D., Plavšić, D. V., Šarić, B. M., Lazarević, J. M. ve Milovanović, I. L., 2016, Sugar beet molasses: properties and applications in osmotic dehydration of fruits and vegetables, *Food and Feed Research*, 43 (2), 135-144.
- Savanović, D., Grujić, S., Grujić, R. ve Savanović, J., 2014, Effect of antioxidants on the colour stability of fermented sausage “sucuk” type, *Quality of Life*, 9 (1-2).
- Savic, I. V., 1985, Small-scale sausage production. FAO Animal Production and Health, FAO Publications Division, Via delle Terme di Caracalla: 52.
- Saygi, D., Ercoşkun, H. ve Şahin, E., 2018, Hazelnut as functional food component and fat replacer in fermented sausage, *Journal of food science and technology*, 55 (9), 3385-3390.
- Sebranek, J. G., 1979, Advances in the technology of nitrite use and consideration of alternatives, *Food Technology (USA)*.
- 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 (1), 136-147.
- Serdaroğlu, M. ve Tömek, S., 1994, Et endüstrisinde kullanılan saf kültürler, *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 11 (1-2), 215-222.
- Shahidi, F., Yun, J., Rubin, L. ve Wood, D., 1987, The hexanal content as an indicator of oxidative stability and flavour acceptability in cooked ground pork, *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 20 (2), 104-106.
- Shahidi, F. ve Pegg, R. B., 2017, Processing of nitrite-free cured meats, In: *Advanced Technologies for Meat Processing*, Eds: CRC Press, p. 513-534.
- Silva, D. R., Haddad, G. B., de Moura, A. P., de Souza, P. M., Ramos, A. L., Hopkins, D. L. ve Ramos, E. M., 2020, Safe cured meat using gamma radiation: Effects on spores of *Clostridium sporogenes* and technological and sensorial characteristics of low nitrite cooked ham, *LWT-Food Science and Technology*, 110392.
- Šimurina, O. D., Filipčev, B. V., Lević, L. B. ve Pribiš, V. D., 2008, Application of sugar beet molasses in the production of tea biscuits, *Food and Feed Research*, 35 (4), 201-205.
- Šimurina, O. D., Radunović, A. Z., Filipčev, B. V., Jevtić-Mučibabić, R., Šarić, L. Ć. ve Šoronja-Simović, D. M., 2017, Quality improvement of gluten-free bread based on soybean and enriched with sugar beet molasses, *Food and Feed Research*, 44 (1), 65-72.

- Sindelar, J. J. ve Milkowski, A. L., 2011, Sodium nitrite in processed meat and poultry meats: a review of curing and examining the risk/benefit of its use, *American Meat Science Association White Paper Series*, 3, 1-14.
- Skujins, S., 1998, Handbook for ICP – AES (Vartian-Vista), A short guide to Vista series ICP – AES operation, Variant Int. AG, Zug, version 1.0, Switzerland., p.
- Snedecor, G. ve Cochran, W., 1980, Statistical methods. Iowa State Univ, Press, Ames, p.
- Soncu, E. D., Arslan, B., Ertürk, D., Küçükkaya, S., Özdemir, N. ve Soyer, A., 2018, Microbiological, physicochemical and sensory characteristics of Turkish fermented sausages (sucuk) coated with chitosan-essential oils, *LWT-Food Science and Technology*, 97, 198-204.
- Soultos, N., Tzikas, Z., Abraham, A., Georgantelis, D. ve Ambrosiadis, I., 2008, Chitosan effects on quality properties of Greek style fresh pork sausages, *Meat science*, 80 (4), 1150-1156.
- Soyer, A., Ertaş, A. H. ve Üzümcüoğlu, Ü., 2005, Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (sucuks), *Meat science*, 69 (1), 135-141.
- Steg, A. ve Van der Meer, J., 1985, Differences in chemical composition and digestibility of beet and cane molasses, *Animal feed science and technology*, 13 (1-2), 83-91.
- Stevanato, P. ve Panella, L., 2013, History of sugarbeets, *Idaho Falls: Sugar Producer Magazine*, 17-21.
- 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.
- Sucu, Ç., 2018, Sucuk üretiminde nitrit alternatifi olarak sebze unlarının kullanımı olanaklarının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, 128.
- Sullivan, G. A., Jackson-Davis, A. L., Niebuhr, S. E., Xi, Y., Schrader, K. D., Sebranek, J. G. ve Dickson, J. S., 2012, Inhibition of *Listeria monocytogenes* using natural antimicrobials in no-nitrate-or-nitrite-added ham, *Journal of food protection*, 75 (6), 1071-1076.
- Šušić, S. ve Sinobad, V., 1989, Istraživanja u cilju unapređenja industrije šećera Jugoslavije: o hemijskim sastavima pčelinjeg meda i melase šećerne repe i o njihovim biološkim vrednostima za ljudsku ishranu, p.
- Şahin, A., Çarkcıoğlu, E., Demirhan, B. ve Candoğan, K., 2017, Chitosan edible coating and oxygen scavenger effects on modified atmosphere packaged sliced sucuk, *Journal of Food Processing and Preservation*, 41 (6), e13213.
- Terns, M. J., Milkowski, A. L., Claus, J. R. ve Sindelar, J. J., 2011, Investigating the effect of incubation time and starter culture addition level on quality attributes of indirectly cured, emulsified cooked sausages, *Meat science*, 88 (3), 454-461.
- Toldra, F., 1998, Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products, *Meat science*, 49, 101-110.
- Toldra, F., Sanz, Y. ve Lores, M., 2001, Meat fermentation technology, *Meat science and applications*.
- Toldrá, F., 2006a, Biochemistry of fermented meat, *Food biochemistry and food processing*, 641-658.
- Toldrá, F., 2006b, The role of muscle enzymes in dry-cured meat products with different drying conditions, *Trends in Food Science & Technology*, 17 (4), 164-168.

- Tompkin, R. B., 2005, Nitrite, Antimicrobials in Food, In, Eds: Davidson, P. M., Sofos, J.N. and Brannen, A.L, *Boca Raton: CRC Press, Florida, USA*, , p. 169-236.
- Topal, Z., 2019, Yeşil biber ve brokoli tozları ile fermente sucuk üretiminde kullanılan sentetik nitrit miktarının azaltılabilme imkanlarının yanıt yüzey yöntemi ile modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Townsend, W. ve Olson, D., 1987, Cured meats and cured meat products processing, *Food and Nutrition Press*.
- Tömek, S. ve Serdaroglu, M., 1990, Sucuklarda fermantasyon sırasında oluşan fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal değişiklikler, *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri: B, Gıda Mühendisliği*, 8 (1).
- Troller, J., 2012, Water activity and food, Elsevier, p.
- Ünal, E., Erginkaya, Z., Polat, S. ve Özer, E. A., 2017, Design of probiotic dry fermented sausage (sucuk) production with microencapsulated and free cells of *Lactobacillus rhamnosus*, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 41 (5), 598-603.
- Ünal, K., 2017a, Farklı hayvansal yağlar ilave edilerek üretilen sucukların bazı fizikokimyasal özellikleri üzerine karanfil ve tarçının etkisi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14 (3), 55-65.
- Ünal, K., 2017b, Farklı hayvansal yağ ve değişik baharat ilavesinin sucuğun bazı kalite özelliklerine ve heterosiklik aromatik amin oluşumu üzerine etkilerinin belirlenmesi Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 206.
- Üren, A., Erkmen, İ. ve Taşlı, E., 2007, Marul ve ıspanakta nitrit ve nitrat tayini, Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü*.
- Valli, V., Gómez-Caravaca, A. M., Di Nunzio, M., Danesi, F., Caboni, M. F. ve Bordoni, A., 2012, Sugar cane and sugar beet molasses, antioxidant-rich alternatives to refined sugar, *Journal of agricultural and food chemistry*, 60 (51), 12508-12515.
- Velmurugan, S., Gan, J. M., Rathod, K. S., Khambata, R. S., Ghosh, S. M., Hartley, A., Van Eijl, S., Sagi-Kiss, V., Chowdhury, T. A. ve Curtis, M., 2016, Dietary nitrate improves vascular function in patients with hypercholesterolemia: a randomized, double-blind, placebo-controlled study, *The American journal of clinical nutrition*, 103 (1), 25-38.
- Visessanguan, W., Benjakul, S., Riebroy, S. ve Thepkasikul, P., 2004, Changes in composition and functional properties of proteins and their contributions to Nham characteristics, *Meat science*, 66 (3), 579-588.
- Vossen, E., Doolaeghe, E. H., Moges, H. D., De Meulenaer, B., Szczepaniak, S., Raes, K. ve De Smet, S., 2012, Effect of sodium ascorbate dose on the shelf life stability of reduced nitrite liver pâtés, *Meat science*, 91 (1), 29-35.
- Vural, H. ve Öztan, A., 1992, Fermente et ürünlerinde nitrosomyoglobin oluşumu ve etkileyen faktörler, *Gıda*, 17 (3).
- Webb, A. J., Patel, N., Loukogeorgakis, S., Okorie, M., Aboud, Z., Misra, S., Rashid, R., Miall, P., Deanfield, J. ve Benjamin, N., 2008, Acute blood pressure lowering, vasoprotective, and antiplatelet properties of dietary nitrate via bioconversion to nitrite, *Hypertension*, 51 (3), 784-790.
- Wirth, F., 1986, Curing-color formation and color retention in frankfurter-type sausages, *Fleischwirtschaft*, 66 (3), 354-358.
- Xu, W. D., Chen, Q., Ding, Y., Wang, S., Huang, L. ve Yang, M., 2013, Effect of the addition of tomato powder on the color and storage quality of red sausage, *Advanced Materials Research*, 1419-1423.

- 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 (2), 255-259.
- Yamaner, E., 2018, Fermente sucuk üretiminde pancar ve üzüm çekirdeği tozu kullanılarak sentetik nitrit miktarının azaltılabilme imkanlarının yanıt yüzey yöntemi ile modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yardimci, N., Kiliç, H. Ç. ve Ürgen, G., 2012, Eskişehir İli şeker pancarı üretim alanlarında görülen bazı virüs hastalıklarının DAS-ELISA yöntemiyle belirlenmesi, *SDU Journal of the Faculty of Agriculture/SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (1).
- Yıldız-Turp, G. ve Serdaroğlu, M., 2008a, Fatty acid composition and cholesterol content of Turkish fermented sausage (sucuk) made with corn oil, *54th International Congress of Meat Science and Technology*, 10-15.
- Yıldız-Turp, G. ve Serdaroğlu, M., 2008b, Effect of replacing beef fat with hazelnut oil on quality characteristics of sucuk—A Turkish fermented sausage, *Meat science*, 78 (4), 447-454.
- Yıldız Turp, G., Kazan, H. ve Ünübol, H., 2016, Sosis üretiminde doğal renk maddesi ve antioksidan olarak kırmızı pancar tozu kullanımı, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12 (2).
- Yılmaz, M. M., 2019, Fermente sucukta mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve kimyasal değişmelere *Lactobacillus sakei* ve *Pediococcus acidilactici* koruyucu kültürlerinin etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yüzlü, E., 2018, Fermente sucukta ispanak ve maydanoz tozları kullanılarak sentetik nitrit miktarının azaltılabilme imkanlarının yanıt yüzey yöntemi ile modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Zaika, L. L., Zell, T. E., Smith, J., Palumbo, S. ve Kissinger, J., 1976, The role of nitrite and nitrate in Lebanon Bologna, a fermented sausage, *Journal of Food Science*, 41 (6), 1457-1460.
- Zanardi, E., Dazzi, G., Madarena, G. ve Chizzolini, R., 2002, Comparative study on nitrite and nitrate ions determination, *Annali della Facolta di Medicina Veterinaria, Universita di Parma*, 22, 70-86.
- Zarringhalami, S., Sahari, M. ve Hamidi-Esfehani, Z., 2009, Partial replacement of nitrite by annatto as a colour additive in sausage, *Meat Science*, 81 (1), 281-284.
- 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*, 109351.
- Zorba, Ö., 2011, Proximate composition of dry fermented Turkish sausage (Sucuk) as affected by ripening period, nitrite level and heat treatment, *International Journal of Food Engineering*, 7 (1).
- Zungur Bastioğlu, A., 2019, Farklı yöntemler ile üretilen dana ve hindi sucuklarında et yağı ikamesi olarak zeytinyağı kullanımının protein oksidasyonu üzerine etkileri, Doktora Tezi, *Ege Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, 191.

EKLER**EK-1** Pişmiş sucuk duyuşal değerkendirme formu

PİŞMİŞ SUCUK
DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU

Tarih .../.../....

Panelistin Adı Soyadı:**Panelistin Yaşı ve Cinsiyeti:***Formu doldurmadan önce notlar bölümünü okuyunuz.*

Örnek Kodu	Koku ^a	Renk ^b	Lezzet ^c	Tekstür ^d	Genel Beğeni ^e
379					
358					
317					
391					
323					

**Puanlama 0-10 aralığında yapılacaktır. Değerlendirme puanınızı, lütfen ilgili özelliğın bulunduğu kutucuğa yazınız. 10; özelliğın en yoğun algılandığı puan, 0; özelliğın hiç algılanmadığı puandır.*

Notlar:

- Dilimler halinde tabaklarda sunulan pişmiş sucuklar koklanarak, fermente veya asidik koku yönünden değerkendirilecektir. Panelistler, bir örneğı kokladıktan sonra, su koklayarak bir önceki koku hissinin etkisini azaltabilirler.
- Örneklerin kesit yüzey renkleri bir arada değerkendirilir. Tipik doğal fermente sucuk rengi dikkate alınarak değerkendirme yapılır.
- Arka dişlerle iyice çiğnenen küçük bir parça sucuk dilimi yutulduktan sonra algılanan asidik ve baharatsız tat yönlerinden değerkendirilir. Örnekler arasında, ağızınızdaki bir önceki tadın etkisini gidermek için bir parça ekmek ve sudan yararlanınız.
- Arka dişlerle iyice çiğnenen küçük bir parça sucuk dilimi, çiğnemeye karşı gösterdiği direnç yönünden değerkendirilir.
- Yukarıda değerkendirilen beş özellik yönünden en beğenilenden (10) en az beğenilene (0) doğru puanlama yapılır.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Nazik Meziyet DİLEK
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi :
Telefon :
Faks :
e-mail :

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	Karatay Süleyman Demirel Milli Piyango Anadolu Lisesi/Konya	2008
Üniversite	Selçuk Üniversitesi/Konya	2012
Yüksek Lisans	Necmettin Erbakan Üniversitesi/Konya	2015
Doktora	Selçuk Üniversitesi/ Konya	2022

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2012-2013	Karamanoğlu Yemek Fabrikası, Ereğli-Konya	Sorumlu Yönetici-Gıda Mühendisi
2013-	Selçuk Üniversitesi Akşehir Kadir Yallagöz Sağlık Yüksekokulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü	Araştırma Görevlisi

YABANCI DİL

İngilizce (76,25)

YAYINLAR

A.Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

DİLEK NAZİK MEZİYET, BİLGİÇLİ NERMİN (2021). Effect of taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott] flour and different shortening ratio on physical and chemical properties of gluten-free cookie. *Journal of Food Processing and Preservation*, Doi: 10.1111/jfpp.15894 (Yayın No: 7166223)

B. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler :

DİLEK NAZİK MEZİYET, KARAKAYA MUSTAFA (2021). Alternative Curing Processes in Meat and Meat Products. *International Online Conference on Engineering and Natural Sciences (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)*(Yayın No:7194469)

DİLEK NAZİK MEZİYET, KARAKAYA MUSTAFA (2021). Some Turkish Traditional Meat Products. *II. International Congress of The Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology-2021 (Tam Metin Bildiri/Poster)*(Yayın No:7272116)

DİLEK NAZİK MEZİYET, ÜNAL KÜBRA, BABAOĞLU ALİ SAMET, KARAKAYA MUSTAFA (2021). The effect of camu camu (*Myrciaria dubia*) powder on lipid oxidation and microbiological properties of ground beef. *II. International Congress of The Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology-2021 (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)*(Yayın No:7272110)

DİLEK NAZİK MEZİYET, KARAKAYA MUSTAFA (2021). Nevşehir bagel and Nevşehir tahini-bagel. *II. International Congress of The Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology-2021 (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)*(Yayın No:7272114)

DİLEK NAZİK MEZİYET, KARAKAYA MUSTAFA, BABAOĞLU ALİ SAMET (2021). Determination of Nitrate and Nitrite Content of Various Parts of Sugar Beet (*Beta vulgaris* var. *Saccharifera* L.). *International Online Conference on Engineering and Natural Sciences (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)*(Yayın No:7194485)

DİLEK NAZİK MEZİYET, BIYIKLI ALİ EMRAH, TOPTAŞ BIYIKLI EZGİ (2018). Identification of information, attitudes , and consumptions toward probiotic products of adult individuals living in Akşehir. *3rd International Congress on Food Technology, 10-12 October 2018, Nevşehir.* Dilek, N. M., Biyıklı, A. E., Toptaş Biyıklı, E., Identification of information, attitudes, and consumption toward whole-grain (whole-cereal) products of adult individuals living in Akşehir. *3. İnternational Congress On Food Technology (Özet Bildiri/Poster)*(Yayın No:6047523)

DİLEK NAZİK MEZİYET, TOPTAŞ BIYIKLI EZGİ, BIYIKLI ALİ EMRAH (2018). Identification of information, attitudes , and consumptions toward probiotic products of adult individuals living in Akşehir. *3rd International Congress on Food Technology (Özet Bildiri/Poster)*(Yayın No:6047531)

DİLEK NAZİK MEZİYET, TOPTAŞ BIYIKLI EZGİ, BIYIKLI ALİ EMRAH (2018). Identification of salt consumptions of adult individuals living in Akşehir. *3rd International Congress on Food Technology (Özet Bildiri/Poster)*(Yayın No:6047503)

DİLEK NAZİK MEZİYET, BIYIKLI ALİ EMRAH, TOPTAŞ BIYIKLI EZGİ (2018). Identification of pasteurized (daily) and UHT milk consumptions, and information levels of adult individuals living in Akşehir. *3rd International Congress on Food Technology (Özet Bildiri/Poster)*(Yayın No:6047541)

DİLEK NAZİK MEZİYET, TOPTAŞ BIYIKLI EZGİ, BIYIKLI ALİ EMRAH (2018). Comprasion of the information, attitudes and consumptions of the adult individuals living in akşehir toward frozen food products. *3. International Congress on Food Technology (Özet Bildiri/Poster)*(Yayın No:6042389)

DİLEK NAZİK MEZİYET, TOPTAŞ BIYIKLI EZGİ, BIYIKLI ALİ EMRAH (2017). Determination of red and white meat consumptions of adult individuals living in Akşehir. *Dairy Science Park (Özet Bildiri/Poster)*(Yayın No:4160715)

DİLEK NAZİK MEZİYET, KARAKAYA MUSTAFA (2017). Conjugated linoleic acid in animal source foods and its effect on health. *Dairy Science Park (Özet Bildiri/Poster)*(Yayın No:4160744)

DİLEK NAZİK MEZİYET, BIYIKLI ALİ EMRAH, TOPTAŞ BIYIKLI EZGİ (2017). Measurement of awareness levels of adult individuals living in Akşehir about food security. *Dairy Science Park (Özet Bildiri/Poster)*(Yayın No:4160782)

DİLEK NAZİK MEZİYET, BIYIKLI ALİ EMRAH, TOPTAŞ BIYIKLI EZGİ (2017). Identification of the preferences of healthy adults about red and white meat consumption. *Dairy Science Park (Özet Bildiri/Poster)*(Yayın No:4160734)

DİLEK NAZİK MEZİYET, TOPTAŞ BIYIKLI EZGİ, BIYIKLI ALİ EMRAH (2017). Identification of processed meat products consumption of healthy adult individuals living in Akşehir. Dairy Science Park (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:4160756)

BİLGİÇLİ NERMİN, **TEMEL NAZİK MEZİYET** (2016). Effect of Different Pre Treatments on Colour Values and Phytic Acid Content of Taro Flour. 15th International Cereal and Bread Congress (/)(Yayın No:3054322)

TOPTAŞ BIYIKLI EZGİ, BIYIKLI ALİ EMRAH, TİSKE İNAN SÜMEYRA SULTAN, **TEMEL NAZİK MEZİYET**, ÇELİK BÜLENT (2014). Düzenli Fiziksel Aktivite Yapan ve Yapmayan Sağlık Yüksekokulu Öğrencilerinin Genel Özellikleri ve Beslenme Durumunun Değerlendirilmesi. IX. Uluslararası beslenme ve diyetetik kongresi (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:3671349)

ÜÇÖK GAMZE, **TEMEL NAZİK MEZİYET**, BİLGİÇLİ NERMİN, ERTAŞ NİLGÜN, DEMİR MUSTAFA KÜRŞAT (2014). Keçiboynuzu pekmezinin kekin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesine etkisi. IX. Uluslararası Beslenme ve Diyetetik Kongresi (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:2167259)

TOPTAŞ BIYIKLI EZGİ, BIYIKLI ALİ EMRAH, TİSKE İNAN SÜMEYRA SULTAN, **DİLEK NAZİK MEZİYET**, ÇELİK BÜLENT (2014). Evaluation of Nutrition Status and General Characteristics of School of Health Students Who Doing and not Doing Regular Physical Activity. IX. International Nutrition and Dietetics Congress, 246-246. (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:6042356)

DİLEK NAZİK MEZİYET, KARAKAYA MUSTAFA (2017). Potential of red meat production in Turkey. Dairy Science Park (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:4160765)

BIYIKLI ALİ EMRAH, TOPTAŞ BIYIKLI EZGİ, TİSKE İNAN SÜMEYRA SULTAN, **TEMEL NAZİK MEZİYET**, ÇELİK BÜLENT (2014). Üniversite Öğrencilerinin Enerji ve Besin Ögesi Alımlarının Cinsiyete Göre Değerlendirilmesi. IX. Uluslararası Beslenme ve Diyetetik Kongresi (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:3665182)

TOPTAŞ BIYIKLI EZGİ, BIYIKLI ALİ EMRAH, TİSKE İNAN SÜMEYRA SULTAN, **TEMEL NAZİK MEZİYET**, ÇELİK BÜLENT (2014). Evaluation of nutrition status and general properties of school of health students who doing and not doing regular physical activity. IX. International Nutrition & Dietetics Congress, 246-246. (Tam Metin Bildiri/Poster)(Yayın No:3432208)

TEMEL NAZİK MEZİYET, BİLGİÇLİ NERMİN, ERTAŞ NİLGÜN, DEMİR MUSTAFA KÜRŞAT (2014). Utilization of Some Legume Flours With Buckwheat Flour in Gluten Free Cracker Production. IX. International Nutrition and Dietetics Congress, 190 (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:1609464)

BIYIKLI ALİ EMRAH, TOPTAŞ BIYIKLI EZGİ, TİSKE İNAN SÜMEYRA SULTAN, **TEMEL NAZİK MEZİYET**, ÇELİK BÜLENT (2014). Evaluation of Energy and Nutrient Intakes of the University Students According to Gender. IX. International Nutrition And Dietetics Congress, 325-326. (Tam Metin Bildiri/Poster)(Yayın No:3432215)

ÖZÜĞÜR GAMZE, **TEMEL NAZİK MEZİYET**, BİLGİÇLİ NERMİN, ERTAŞ NİLGÜN, DEMİR MUSTAFA KÜRŞAT (2014). Effect of carob molasses on total phenolic content and antioxidant activity of cake. IX. International Nutrition and Dietetics Congress, 191 (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:1557035)

C. Yazılan ulusal/uluslararası kitaplar veya kitaplardaki bölümler:

Mühendislik Alanında Araştırma Ve Değerlendirmeler - III, Bölüm adı:(Diyet Lifinin Et Ürünlerinde Kullanımı Ve Sağlık Açısından Önemi) (2021), ÜNAL KÜBRA, ERDEM NURAN, ALP HALİME, **DİLEK NAZİK MEZİYET**, Gece Kitaplığı, Editör:Bardak Selahattin, Aydın Nesli, Boztoprak Yalçın, Basım sayısı:1, ISBN:9978-625-8075-38-0, Türkçe (Bilimsel Kitap), (Yayın No: 7363669)

Important Issues In Health Sciences, Bölüm adı:(Conjugated Linoleic Acid In Animal Resource Foods And Its Effect On Health) (2021), **DİLEK NAZİK MEZİYET**, KARAKAYA MUSTAFA, İKSAD, Editör:Prof. Dr. MEHMET BAYRAKTAR, Basım sayısı:1, ISBN:978-625-7636-82-7, İngilizce (Bilimsel Kitap), (Yayın No: 7181635)

Sağlık Araştırmalarında Transdisipliner Yaklaşımlar, Bölüm adı:(Doğal Antioksidanların Sağlık Üzerine Etkileri) (2020), **DİLEK NAZİK MEZİYET**, KARAKAYA MUSTAFA, İKSAD, Editör:Doç. Dr. ÜLKÜYE DUDU GÜL, Basım sayısı:1, ISBN:978-625-7139-32-8, Türkçe (Bilimsel Kitap), (Yayın No: 7181670)

Sağlık Araştırmalarında Transdisipliner Yaklaşımlar, Bölüm adı:(Doğal Antimikrobiyal Maddelerin Sağlık Üzerine Etkileri) (2020), **DİLEK NAZİK MEZİYET**, KARAKAYA MUSTAFA, İKSAD, Editör:Doç. Dr. ÜLKÜYE DUDU GÜL, Basım sayısı:1, ISBN:978-625-7139-32-8, Türkçe (Bilimsel Kitap), (Yayın No: 7181695)

D. Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

ERTAŞ NİLGÜN, **TEMEL NAZİK MEZİYET**, BİLGİÇLİ NERMİN, DEMİR MUSTAFA KÜRŞAT (2014). Bazlama ve Lavaş Üretiminde Lüpen Unu Kullanım İmkanları. 4. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 931 (Özet Bildiri)/(Yayın No:1610385)

TEMEL NAZİK MEZİYET, BİLGİÇLİ NERMİN, DEMİR MUSTAFA KÜRŞAT, LEVENT HACER (2013). Einkorn Tam Buğday Unu ve Transglutaminaz Enziminin Erişte Üretiminde Kullanımı. 8. Gıda Mühendisliği Kongresi, 135 (Özet Bildiri)/(Yayın No:150679)





