



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KURUTULMUŞ BAZI SEBZE TOZLARININ FERMENTE SUCUK ÜRETİMİNDE ALTERNATİF KÜRLEME AJANI OLARAK KULLANILABİLME İMKANLARI

Ali Samet BABAOĞLU

DOKTORA TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Eylül-2020
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Ali Samet BABAOĞLU tarafından hazırlanan "**Kurutulmuş Bazı Sebze Tozlarının Fermente Sucuk Üretiminde Alternatif Kürleme Ajanı Olarak Kullanılabilme İmkanları**" adlı tez çalışması …/…/… tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği 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 **Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı Koordinatörlüğü (ÖYP)** tarafından **2016-ÖYP-044** nolu proje ile desteklenmiştir.

ÖZET

DOKTORA TEZİ

KURUTULMUŞ BAZI SEBZE TOZLARININ FERMENTE SUCUK ÜRETİMİNDE ALTERNATİF KÜRLEME AJANI OLARAK KULLANILABİLME İMKANLARI

Ali Samet BABAOĞLU

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA

2020, 183 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
Prof. Dr. Nuray KOLSARICI
Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
Doç. Dr. Hasan Hüseyin KARA
Dr. Öğr. Üyesi Ebru BAYRAK

Bu çalışmada, fermente Türk sucuğu üretiminde doğal kürleme ajanları olarak, dereotu (D), ıspanak (I), maydanoz (M) ve pazı (P) tozlarının kullanımının; üretim (1., 3., 5. ve 7. gün) ve depolama süresince (1., 15., 30., 45., 60., 75. ve 90. gün) fermente sucuğun bazı kalite karakteristikleri üzerine etkileri belirlenmiştir. Bu sebze tozlarının etkilerini karşılaştırabilmek amacıyla; iki ayrı kontrol grubu olacak şekilde kürleme ajanı olarak sentetik sodyum nitrat (Nat) ve sodyum nitrit (Nit) kullanılmıştır. Örneklerin fizikokimyasal özelliklerini belirlemek için; nem, protein, toplam yağ, toplam kül, su aktivitesi, pH, renk, thiobarbitürik asit (TBA) sayısı, titrasyon asitliği, kalıntı nitrat, kalıntı nitrit, nitrozomyoglobin ve tekstür profil analizleri, mikrobiyolojik karakteristiklerini belirlemek için; toplam mezofilik aerobik bakteri, maya-küf, laktik asit bakterileri ve koliform grubu bakteri analizleri yapılmıştır. Ayrıca sucuk örneklerinde duyusal analiz yapılmıştır.

Tüketime hazır sucuk örneklerinin ortalama nem, protein, toplam yağ ve toplam kül içeriklerinin sırasıyla % 33.29-33.77, % 22.51-23.69, % 38.81-39.71 ve % 3.16-3.34 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Sucuk örneklerinin pH değerlerinin 5.17-5.27, su aktivitesi değerlerinin 0.924-0.943 ve laktik asit içeriklerinin % 0.77-0.96 arasında olduğu belirlenmiştir. Pazı tozu ile kürlenen sucukların en yüksek ($p<0.05$) protein ve laktik asit içeriğine, en düşük ($p<0.05$) pH değeri ve toplam yağ içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Üretim sürecinin sonunda, en yüksek ($p<0.01$) nitrat içeriğine sahip olan grupların sırasıyla Nit, D ve M olduğu belirlenmiştir. Nat grubunun ise 7. günde, 1.61 ppm kalıntı nitrat içerdiği tespit edilmiştir. Ispanak tozu ile kürlenen örneklerde 5. günden, pazı tozu ile kürlenen örneklerde ise 7. günden itibaren nitratın tamamen parçalandığı belirlenmiştir. Depolamanın 90. gününde, ıspanak tozu ile kürlenen örneklerin en düşük TBA sayılarına, dereotu tozu ile kürlenen örneklerin ise en yüksek lipit oksidasyon seviyesine sahip olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Depolama periyodunda ise örneklerin kalıntı nitrit miktarlarının 2.06-3.64 ppm arasında değiştiği tespit edilmiştir. Sodyum nitrit (Nit) ile kürlenen örneklerin dış kesit yüzeylerinin, en yüksek ($p<0.01$) ortalama kırmızılık (a^*) değerlerine sahip olduğu ve bunu P grubunun takip ettiği gözlenmiştir. Pazı tozu ile kürlenen örneklerin ve kontrol gruplarının (Nat ve Nit) iç kesit yüzeylerine ait a^* değerlerinin en yüksek ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir. Sebze tozları ile yapılan doğal kürlemenin örneklerin dış yapışkanlık değerlerini azalttığı ve çiğnenebilirlik özelliklerini iyileştirdiği tespit edilmiştir ($p<0.01$). Depolama periyodunda maya-küf ve Koliform grubu bakterilerin gelişimine rastlanmamıştır. Pişmiş sucuklara ait duyusal analizde pazı tozu ile kürlenen sucuklar, duyusal özelliklerin hepsinden en yüksek puanı almıştır. Bu çalışma sonucunda, fermente sucuk üretiminde sentetik nitrat kullanımına alternatif olarak özellikle pazı ve ıspanak tozlarının kullanımının uygun olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dereotu, Doğal kürleme, Fermente sucuk, Ispanak, Maydanoz, Nitrat, Nitrit, Pazı

ABSTRACT

Ph. D THESIS

POSSIBILITIES OF USING SOME DRIED VEGETABLE POWDERS AS AN ALTERNATIVE CURING AGENT IN FERMENTED SUCUK PRODUCTION

Ali Samet BABAOĞLU

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

Advisor: Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA

2020, 183 Pages

Jury
Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
Prof. Dr. Nuray KOLSARICI
Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
Assoc. Prof. Hasan Hüseyin KARA
Assist. Prof. Ebru BAYRAK

In this study, the use of dill (D), spinach (I), parsley (M) and chard (P) powders as natural curing agents in the production of fermented Turkish sucuk were determined on some quality characteristics of fermented sucuk during ripening (1, 3, 5 and 7th days) and during storage (1, 15, 30, 45, 60, 75 and 90th days). In order to compare the effects of these vegetable powders; synthetic sodium nitrate (Nat) and sodium nitrite (Nit) were used as curing agent in two separate control groups. Moisture, protein, total fat, total ash, water activity, pH, color, thiobarbituric acid (TBA) number, titratable acidity, residual nitrate, residual nitrite, nitrosomyoglobin and texture profile analyzes were performed to determine the physicochemical properties of the samples. Total mesophilic aerobic bacteria, yeast-mold, lactic acid bacteria and coliform group bacteria were analyzed to determine microbiological characteristics of the samples. In addition, sensory analysis was performed on sucuk samples.

The average moisture, protein, total fat and total ash contents of ready-to-eat sucuk samples were determined between 33.29-33.77%, 22.51-23.69%, 38.81-39.71% and 3.16-3.34%, respectively. The pH values of sucuk samples were varied between 5.17 and 5.27, water activity values between 0.924-0.943 and lactic acid contents between 0.77-0.96%. It was determined that sucuks cured with chard powder had the highest ($p<0.05$) protein and lactic acid content, the lowest ($p<0.05$) pH value and total fat content. At the end of the ripening period, the groups with the highest ($p<0.01$) nitrate content were determined to be Nit, D and M, respectively. The group of Nat contained 1.61 ppm residual nitrate. It was determined that nitrate was completely reduced from day 5 on samples cured with spinach powder and from day 7 on samples cured with chard powder. On the 90th day of storage, it was determined that samples cured with spinach powder had the lowest TBA counts while samples cured with dill powder had the highest lipid oxidation level ($p<0.01$). The residual nitrite contents of the samples were varied between 2.06 and 3.64 ppm in the storage period. It was observed that the outside surfaces of the sucuks cured with sodium nitrite (Nit) had the highest ($p<0.01$) mean redness (a *) values and it was followed by the P group. The *a** values of the inside surfaces of the control groups (Nat and Nit) and sucuks cured with chard powder were found to be highest ($p<0.01$). Natural curing made with vegetable powders; It was found that naturally curing decreased the adhesiveness values and improved the chewiness properties ($p<0.01$). The growth of yeast-mold and coliform bacteria was not observed during storage period. In the sensory analysis of cooked sucuks, sucuk samples cured with chard powder received the highest scores from all sensory characteristics. As a result of this study, it is thought that the use of Swiss chard and spinach powders may be appropriate as an alternative to the use of synthetic nitrate in fermented sucuk production.

Keywords: Chard, Dill, Fermented sucuk, Natural curing, Nitrate, Nitrite, Parsley, Spinach

ÖNSÖZ

Lisansüstü eğitimimin her aşamasında bilgi, fikir ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, karşılaştığım her zorlukta sabır ve anlayışla yardımlarını esirgemeyen, yetişmemi sağlayan çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA'ya saygı ve şükranlarımı sunarım.

Doktora tez çalışmam süresince beni yönlendiren ve yardımlarını esirgemeyen Tez İzleme Komitesi üyeleri değerli hocalarım Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN'a ve Dr. Öğr. Üyesi Ebru BAYRAK'a, hiçbir zaman ilgi, bilgi ve tecrübesini esirgemeyen değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Kübra ÜNAL'a, tezimin analiz aşamalarında yardımcı olan Öğretim Görevlisi Berna POÇAN'a, Arş. Gör. Talha DEMİRCİ'ye, Arş. Gör. Muhammet ERCAN'a, Arş. Gör. İrem SAKA'ya, Gıda Yüksek Müh. Pınar KADIOĞLU'na, Gıda Yüksek Müh. Görkem KIRMIZIKAYA 'ya, Gıda Müh. Sevim Yağmur GÜVEN'e, Gıda Müh. Enver TUDİ'ye tez çalışmamda kullanılan sucukların üretilmesinde ve hammaddelerin temininde yardımcı olan Panagro Et-Süt Entegre Gıda Tesisleri yetkililerine ve Gıda Yüksek Müh. Büşra Zeynep KUŞ ve ekibine çok teşekkür ederim.

2211-C Yurt İçi Öncelikli Alanlar Doktora Burs Programı kapsamında sağladığı destekten ötürü TUBİTAK Bilim İnsani Destekleme Daire Başkanlığı birimine teşekkür ederim.

Hayatım boyunca beni her zaman destekleyen ve anlayışla karşılayan, benim bugünlere gelmemi sağlayan ve her zaman yanımda olan, haklarını asla ödeyemeyeceğim fedakâr canım anneme, babama ve kardeşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarımın her aşamasında yanımda olan, sabırla ve anlayışla fedakarlık gösteren değerli eşim Arş. Gör. Hümeyra ÇETİN BABAOĞLU'na ve her gün beni heyecanla ve sevgiyle bekleyen oğlum Yusuf Ali'ye sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Ali Samet BABAOĞLU
KONYA-2020

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **x**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **4**

2.1. Fermente Sucuk 4
2.2. Et Teknolojisinde Kürleme İşlemi 6
2.2.1 Nitrat ve nitrit 7
2.2.2. Nitrat ve nitritin et ürünleri üzerine etkileri 10
2.2.3. Nitrat ve nitritin insan sağlığı üzerine etkileri 15
2.2.4. Et ürünlerinde nitrat/nitrit kullanımına ilişkin yasal düzenlemeler 19
2.3. Et Ürünlerinde Doğal Kürleme ve Yapılan Çalışmalar 21
2.3.1. Dereotu 26
2.3.2. Ispanak 27
2.3.3. Maydanoz 28
2.3.4. Pazı 29

3. MATERYAL VE YÖNTEM **31**

3.1. Materyal 31
3.1.1. Et ve Yağ 31
3.1.2. Katkı maddeleri, kürleme ajanları, starter kültür ve kılıf 31
3.2. Yöntem 32
3.2.1. Sucuk formülasyonu ve üretim 32
3.2.2. Deneme planı ve örnekleme 34
3.2.3. Fizikokimyasal analiz yöntemleri 37

3.2.3.1. Nem tayini 37
3.2.3.2. Protein tayini 37
3.2.3.3. Toplam yağ tayini 37
3.2.3.4. Toplam kül tayini 37
3.2.3.5. pH tayini 38
3.2.3.6. Titrasyon asitliği tayini 38
3.2.3.7. Su aktivitesi (a_w) tayini 38
3.2.3.8. Thiobarbütirik asit (TBA) sayısı analizi 38
3.2.3.9. Kalıntı nitrat analizi 38
3.2.3.10. Kalıntı nitrit analizi 39
3.2.3.11. Nitrosomyoglobin (NOMb) miktarı analizi 39
3.2.3.12. Renk analizi 39
3.2.3.13. Tekstür profil analizi (TPA) 40
3.2.3.14. Toplam diyet lif tayini 42
3.2.4. Mikrobiyolojik analiz yöntemleri 42
3.2.4.1. Toplam Mezofilik Aerobik bakteri sayımı (TMAB) 42
3.2.4.2. Toplam Laktik Asit bakteri sayımı (LAB) 42
3.2.4.3. Toplam Maya-Küf sayımı (TMK) 42
3.2.4.4. Toplam Koliform grubu bakteri sayımı 43
3.2.5. Duyusal analiz 43
3.2.6. İstatiksel analizler 44

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 45

4.1. Analitik Bulgular 45
4.1.1. Sucuk üretiminde kullanılan et-yağ karışımına ait bulgular 45
4.1.2. Sebze tozlarına ait bulgular 46
4.1.3. Sucuk hamurlarına ait bulgular 48
4.1.4. Tüketime hazır sucuklara ait bulgular 52
4.2. Fizikokimyasal Analizlere Ait Sonuçlar 57
4.2.1. Nem tayini sonuçları 57
4.2.2. Su aktivitesi tayini sonuçları 61
4.2.3. pH tayini sonuçları 64
4.2.4. Titrasyon asitliği sonuçları 69

4.2.5. Thiobarbitürik asit (TBA) sayısı analiz sonuçları 72
4.2.6. Kalıntı nitrat analizi sonuçları 76
4.2.7. Kalıntı nitrit analizi sonuçları 81
4.2.8. Nitrozomyoglobin analizi sonuçları 89
4.2.9. Renk analizi sonuçları 92
4.2.9.1. Dış kesit renk analizi sonuçları 92
4.2.9.2. İç kesit renk analizi sonuçları 98
4.2.10. Tekstür profil analizi (TPA) sonuçları 106
4.3. Mikrobiyolojik Analizlere Ait Sonuçlar 122
4.3.1. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı 122
4.3.2. Toplam laktik asit bakteri (LAB) sayımı 127
4.3.3. Toplam maya-küf sayımı 132
4.3.4. Toplam Koliform grubu bakteri sayımı 135
4.4. Duyusal Analiz Sonuçları 137

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 142

5.1 Sonuçlar 142
5.2 Öneriler 147

KAYNAKLAR 149

EKLER 175

ÖZGEÇMİŞ 180

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

a^* : Kırmızılık değeri
a_w : Su aktivitesi
b^* : Sarılık değeri
°C : Santigrat derece
L^* : Parlaklık değeri
log : Logaritma
µ : Mikro
% : Yüzde

Kısaltmalar

D : Dereotu tozu ile kürlenen sucuk örnekleri
dk : Dakika
g : Gram
I : Ispanak tozu ile kürlenen sucuk örnekleri
kg : Kilogram
kob : Koloni oluşturan birim
LAB : Laktik asit bakterileri
M : Maydanoz tozu ile kürlenen sucuk örnekleri
MA : Malonaldehit
mg : Miligram
min : Dakika
mm : Milimetre
ml : Mililitre
MRS : De Man Rogosa Sharpe
µg : Mikrogram
N : Newton
Nat : Sodyum nitrat ile kürlenen sucuk örnekleri
nm : Nanometre
Nit : Sodyum nitrit ile kürlenen sucuk örnekleri
NOMb : Nitrosomyoglobin
P : Pazı tozu ile kürlenen sucuk örnekleri
PCA : Plate Count Agar
PDA : Potato Dextrose Agar
ppm : milyonda bir (part per million)
TBA : Thiobarbitürik asit
TMAB : Toplam mezofilik aerobik bakteri
TPA : Tekstür profil analizi

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun giderek artması sonucu, gıda maddelerine olan talep her geçen gün artış göstermektedir. Bu bağlamda, insan sağlığı ve beslenmesinde önemli bir yere sahip olan et ve et ürünlerine olan talep de giderek artmaktadır. Sağlıklı ve dengeli beslenebilmek için kırmızı et ve et ürünleri tüketimi büyük önem taşımaktadır.

Besleyicilik değeri ve lezzeti ile insanlar için vazgeçilmez temel gıdalardan biri olan etin (Gürbüz ve ark., 1995; Öztan, 2010), kolay bozulabilen bir ürün olduğundan muhafazasının çok önemli olduğu vurgulanmıştır. Bu amaçla kullanılan en eski muhafaza yöntemlerinden birinin tuzlama olduğu bildirilmiştir (Cassens, 2008; Öztan, 2010). Tuzlamanın, et veya et ürününün su aktivitesini düşürerek mikroorganizmaların gelişimini engellediği, ancak aynı zamanda yağ ve pigment oksidasyonunu da hızlandırdığı belirlenmiştir (Honikel, 2008; Öztan, 2010). Parça etlere yüksek miktarda tuz ilave edildiğinde, etin iç kısımlarında arzu edilmeyen bir renk oluşumuna neden olabileceği de belirtilmiştir (Shahidi ve Pegg, 2017). Tuzun bu olumsuz etkilerini kaldırmak ve et ürünlerine karakteristik bir lezzet kazandırmak amacıyla kürleme işlemi uygulanmıştır (Gökalp ve ark., 1999; Dogruer ve Guner, 2005). Et teknolojisinde kürleme; tuzun, nitrat/nitritin, çeşitli baharatların ve ürünün çeşidine göre bazı diğer kimyasal maddelerin ilavesiyle ürüne kendine has renk, aroma ve tekstür özelliklerinin kazandırılarak kalite ve mikrobiyal özelliklerin geliştirilmesi şeklinde tanımlanmıştır (Sindelar ve ark., 2007; Anar, 2010). Nitrat ve nitrit; özellikle et ürünlerinde en yaygın kullanılan katkı maddeleri arasında yer almakta olup, doğal olarak tuzları formunda toprak, su ve bitkilerde bulunabileceği bildirilmiştir (Horsch ve ark., 2014).

Nitrat/nitritin et ürünlerinin kürlenmesinde, birçok önemli fonksiyona sahip olduğu, dolayısıyla vazgeçilemez bir katkı maddesi olduğu bildirilmiştir. Nitrat/nitritin et ürünlerinde; tipik kürlenmiş ürün renginin sağlanmasında ve stabilizasyonunda, lipit oksidasyonunun önlenmesinde, özellikle *Clostridium botulinum* gibi patojenler başta olmak üzere bozulmaya sebep olan birçok mikroorganizmanın inaktivasyonunda ve lezzet oluşumunda çok önemli rol oynadığı belirlenmiştir (Gökalp ve ark., 1987; Honikel, 2007; Pegg ve Shahidi, 2008; Sindelar ve Milkowski, 2012). Ancak nitratın et ürünleri üzerindeki belirtilen etkileri gösterebilmesi için, nitrite dönüşmesi (indirgenmesi) gerektiği bildirilmiştir (Honikel, 2007; Sebranek ve Bacus, 2007; Sindelar ve Milkowski, 2012).

Gıdalardan kaynaklanabilecek fiziksel, kimyasal ve biyolojik zararların/tehlikelerin önlenebilmesi için alınan tedbirlerin tümü "gıda güvenliği" olarak tanımlanmaktadır. Et ve et ürünlerinin diyetimizde oldukça önemli bir yeri olması sebebiyle, bu ürünlerde gıda güvenliğinin en üst düzeyde sağlanması gerekmektedir. Bu husus et ve et ürünleri teknolojisinin en önemli çalışma konularından birisidir. Kürlenmiş et ürünlerinin üretiminde nitrat/nitrit kullanımı, et ve et ürünleri teknolojisinde gıda güvenliği açısından risk oluşturan önemli unsurlardan biridir. Bunun en büyük sebebi ise et ve et ürünlerine ilave edilen nitrat ve nitrit miktarının yasal limitleri aşması durumunda, insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler oluşturmasıdır.

Nitritin kanda bulunan hemoglobini, methemoglobine dönüştürdüğü ve dolayısıyla hemoglobinin oksijen taşıma fonksiyonunu önlediği bildirilmiştir. Bu durumdan kaynaklanan hastalık "methaemoglobinaemia" olarak adlandırılmıştır. Bu hastalığın yetişkin bireylerde çok seyrek görüldüğü, fakat çocuklar için riskli olduğu bildirilmiş ve bu durum "mavi bebek sendromu" olarak adlandırılmıştır (Cemek ve ark., 2007). Diğer taraftan, kanserojenik/mutajenik olduğu belirlenen nitrozaminlerin oluşabilme riski, nitrat/nitritin insan sağlığı üzerine en önemli olumsuz etkisi olarak rapor edilmiştir (Magrinya ve ark., 2009). Nitrozaminlerin; nitrat/nitritin indirgenmesi sonucu ortaya çıkan bileşiklerin sekonder aminler ile reaksiyonu sonucunda oluştukları belirtilmiştir (Pegg ve Shahidi, 2008). Nitrat ve nitritin insan sağlığı üzerine belirtilen olumsuz etkilerinin yanı sıra; nitrat/nitrit indirgenmesi sonucu oluşan azot oksitlerin vücudumuzda bazı fonksiyonların yerine getirilmesinde rol aldığı belirlenmiştir (Bedale ve ark., 2016). Diyetle günlük nitrat/nitrit alımının; kan basıncının azaltılması, pıhtı atma fonksiyonunun engellenmesi ve egzersiz yapma durumunda oksijen gereksiniminin azaltılması gibi fonksiyonlarda rol oynadığı bildirilmiştir (Oostindjer ve ark., 2014).

Nitrat ve nitrit kullanımının, insan sağlığı üzerine belirtilen potansiyel risklerinden dolayı ve günümüz tüketicilerinin bilinçlenmesiyle birlikte doğal/organik ürünlere olan talep artmıştır ve artmaktadır. Bu talep doğrultusunda, doğal/organik ürünlerin üretimi ve geliştirilmesine yönelik araştırmalar da gün geçtikçe artmaktadır. Bu kapsamdaki en önemli çalışmalardan biri de, et ürünlerinin doğal nitrat kaynaklarıyla kürlenmesidir. Özellikle nitrat içeren bitkisel kaynakların kürlenmiş et ürünlerinin üretiminde kullanılması ile ilgili çalışmalar, doğal/organik ürüne karşı yoğun ilgiden dolayı hem dünyada hem de ülkemizde artış göstermektedir.

Bitkisel gıdaların özellikle sebzelerin, doğal nitrat kaynakları olarak önemli bir potansiyel oluşturduğu ve dolayısıyla kürlenmiş et ürünlerinin üretiminde kullanılabileceği ifade edilmiştir. Bu kapsamda, doğal olarak kürlenmiş et ürünlerinin üretiminde kullanılmak üzere bazı ülkelerde doğal nitrat/nitrit kaynağı olarak sebze tozları ve sularının ticari olarak üretilebildiği bildirilmiştir (Sebranek ve Bacus, 2007). Sebzelerdeki nitrat düzeyinin; 1 ile 10000 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir (Erkmen ve ark., 1990; Özdestan ve Üren, 2010). Ispanak, havuç, kereviz, marul, pancar, dereotu, maydanoz ve pazı yüksek miktarlarda nitrat kaynağına sahip sebzeler olarak bildirilmiştir. Sebzelerin toz formunun, taze formdakilerine göre çok daha fazla nitrat içerdiği tespit edilmiştir (Özçelik, 1982; Erkmen ve ark., 1990). Ayrıca, bazı sebzelerin antioksidatif, antimikrobiyal bileşenleri içermeleri ve diyet lif açısından zengin olmaları nedeniyle; doğal nitrat kaynakları olarak kürlenmiş et ürünlerinin formülasyonlarına ilave edilmesiyle birlikte; kalıntı nitrat/nitrit düzeyinin azaltılmasına ek olarak et ürünlerine fonksiyonellik kazandırılması da önemli bir gelişme olarak ifade edilmiştir (Chung ve ark., 2013; Hung ve ark., 2016).

Bu doğrultuda, gerçekleştirilen bu çalışma kapsamında doğal kürleme uygulaması ile fermente Türk sucuğunun bazı kalite karakteristiklerindeki değişimlerin incelenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla sentetik sodyum nitrat ve sodyum nitrit içeren kontrol grupları da dahil olmak üzere yüksek miktarda nitrat içeren dereotu, ıspanak, maydanoz ve pazı tozları kullanılarak 6 farklı sucuk formülasyonu hazırlanmıştır. Sucuk hamurlarında, üretim (olgunlaştırma) sürecinde, tüketime hazır sucuk örneklerinde ve depolama periyodunda kalıntı nitrat/nitrit miktarları ve nitrat/nitritin ilişkili olduğu bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikler incelenmiştir. Bununla birlikte bahsi geçen alternatif kürleme ajanlarının, sucuk örneklerinin tekstürel ve duyusal özellikleri üzerine etkileri de belirlenmiştir. Tüm sonuçlar birlikte değerlendirilerek raf ömrü üzerine doğal kürleme ajanlarının etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Alternatif doğal kürleme ajanlarının sucuk formülasyonunda yer almasının; tüketici beklentisini karşılama ve fermente Türk sucuğunun kalite karakteristiklerini koruma ve geliştirme noktasında sağlayacağı katkılar tespit edilmeye çalışılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Fermente Sucuk

Sucuk, Türklere özgü, yarı kuru bir fermente et ürünüdür (Karakaya, 2013). Türk sucuğu, et ve yağın kıyma halinde çekilmesi, kıymaya baharatın ilave edilmesiyle hazırlanan sucuk hamurunun doğal veya yapay kılıflara doldurulması ve belli sıcaklık derecesinde ve bağıl nemde olgunlaştırılması (fermente edilmesi ve kurutulması) ile üretilen fermente bir et ürünüdür (Ertaş, 1985; Gökalp, 1995). Sucuk üretiminde kullanılacak etlerin; orta yaşlı (3-4) sağlıklı hayvanlardan elde edilmesi ve etlerin belli ölçüde olgunlaşmış olması gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca sucuk üretiminde kullanılacak etlerin tendonlarından, lenf yumrularından ve iri kan damarlarından olabildiğince temizlenmesi gerektiği ifade edilmiştir (Karakaya, 2013).

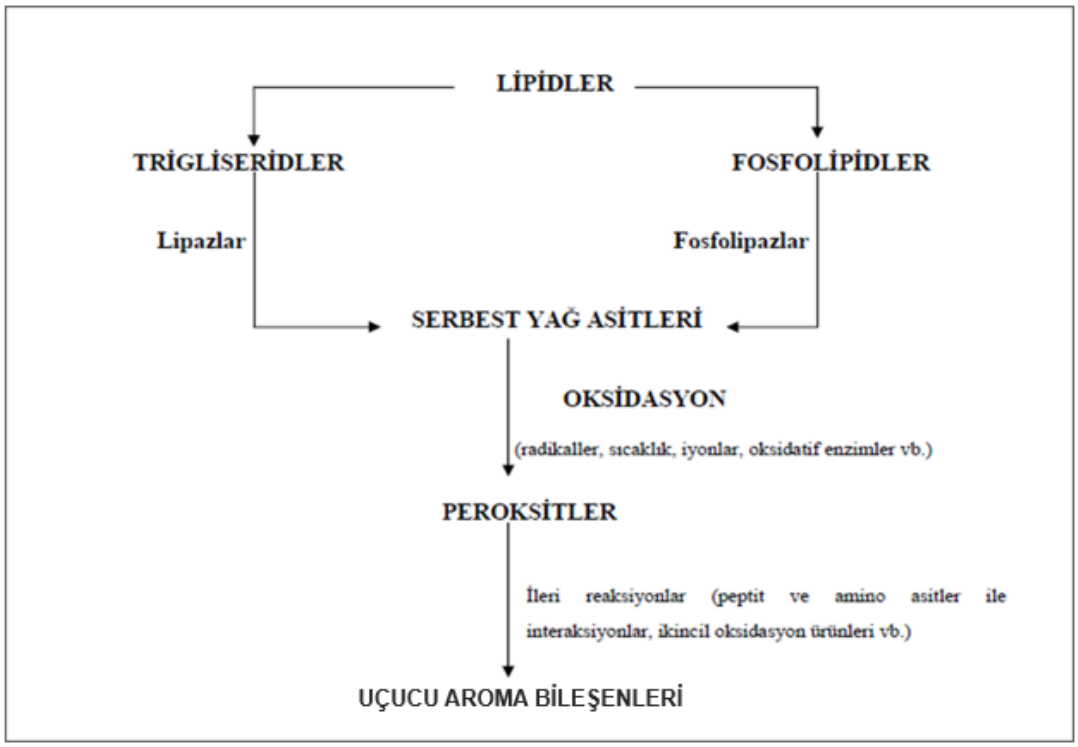
Gıdaların fermantasyona uğratılması, en eski muhafaza yöntemleri arasında yer almıştır. Fermantasyon birçok fizikokimyasal ve mikrobiyolojik değişimlerin meydana geldiği önemli bir aşamadır. Sucuğun kendine has lezzetinin ve tekstürünün, bu aşamada gerçekleştiği ifade edilmiştir (Stahnke, 1995; Shahidi, 1998).

Etin; olgunlaşma sürecinde lezzet bileşenlerinin oluşumundan sorumlu olan, lipitler (serbest yağ asitleri), proteinler (peptit, amino asit), indirgen şekerler ve nükleotitler gibi ön maddeleri içerdiği bildirilmiştir. Sucuğa özgü lezzet bileşenlerinin oluşumunda etkili olan olaylar; karbonhidrat katabolizması, proteoliz, lipoliz ve mikrobiyal faaliyet olarak sıralanmıştır. Bu olayların enzimatik ve oksidatif değişiklikleri içerdiği bildirilmiştir (Toldra, 1998; Lizaso ve ark., 1999; Fanco ve ark., 2002).

Sucuğun olgunlaşma sürecinde, karbonhidratların parçalanmasının sucuk kalitesini etkileyen önemli olaylardan biri olduğu belirtilmiştir. Karbonhidratların fermente edilmesi sonucu oluşan en önemli bileşiğin laktik asit olduğu, ayrıca tartarik asit, asetik asit, etilalkol, aseton, asetaldehit ve karbondioksit gibi bileşenlerin de oluşabileceği rapor edilmiştir (Toldrá ve ark., 2001).

Fermente et ürünlerinde bulunan lipitlerin; olgunlaşma sürecinde hidroliz ve oksidasyona uğrayarak parçalandıkları belirtilmiştir. Trigliseritlerin lipaz enzimiyle, fosfolipitlerin ise fosfolipaz enzimiyle hidrolize olması sonucu, serbest yağ asitlerinin meydana geldiği ifade edilmiştir. Serbest yağ asitlerinden ise oksidasyon (sıcaklık, serbest radikaller, oksidasyona neden olan enzimler gibi faktörlerle) sonucu,

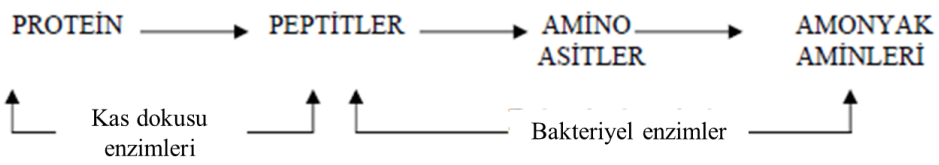
peroksitlerin oluştuğu bildirilmiştir. Zamanla ve daha ileri reaksiyonlar sonucunda peroksitlerden uçucu aroma bileşenlerinin oluştuğu belirlenmiştir (Toldra, 1998; Ordóñez ve ark., 1999; Dalmış, 2007). Lipitlerden, uçucu aroma bileşenlerinin oluşumuna ilişkin akış şeması Şekil 2.1'de verilmiştir.



Şekil 2.1. Lipitlerden uçucu aroma bileşenlerinin oluşumu (Toldrá ve Etherington, 1988; Dalmış, 2007)

Sucuğun olgunlaştırılması sürecinde, meydana gelen diğer bir önemli biyokimyasal değişim, proteolizdir. Proteoliz sonucunda meydana gelen düşük molekül ağırlıklı bileşiklerin sucuğun tekstür ve lezzetini etkilediği belirlenmiştir (Toldrá ve Etherington, 1988; Molly ve ark., 1997). Proteinlerin parçalanması sonucu meydana gelen peptitlerin, amino asitlerin, aldehitlerin, organik asitlerin ve aminlerin; lezzet oluşumunda rol oynayan öncü bileşikler olduğu ifade edilmiştir (Naes ve ark., 1994; Demeyer ve ark., 1995). Olgunlaşma sürecinde sucukta proteinlerin peptitlere parçalanmasının endojen enzimlerle (özellikle katapsin D) gerçekleştiği (Molly ve ark., 1997); peptitlerin aminlere kadar parçalanmasında ise bakteriyel enzimlerin (proteazlar) görev aldığı bildirilmiştir (Montel ve ark., 1993). Proteinlerin, aminlere kadar parçanlanmasına ilişkin akış şeması kısaca Şekil 2.2'de gösterilmiştir. Proteoliz reaksiyonları sonucu meydana gelen peptit ve amino asitlerin; fermente et ürünlerinin

lezzetine katkıda bulunan uçucu olmayan bileşenler kısmında yer aldığı ve daha çok ürünlerin tekstürüne etkili olduğu belirlenmiştir (Ordóñez ve ark., 1999).



Şekil 2.2. Proteinlerin, aminlere kadar parçalanması (Molly ve ark., 1997; Dalmış, 2007)

Starter kültürlerin de, fermente et ürünlerinde son ürünün bazı kalite özelliklerini etkilediği belirtilmiştir. Sucuk üretiminin fermantasyon sürecinde, karbonhidratları (şekeri) fermantasyona uğratarak sucuğun karakteristik ekşimsi lezzetini oluşturan mikroorganizmalar (laktik asit bakterileri) ve nitratın nitrite indirgenmesini sağlayarak sucukların tipik kürlenmiş rengini oluşturan mikroorganizmalar (mikrokoklar) olmak üzere temel olarak iki önemli mikrobiyal faaliyetin meydana geldiği rapor edilmiştir (Ordóñez ve ark., 1999). Sucuğun fermantasyonunda en önemli rolü üstlenen mikroorganizmaların, genellikle laktik asit bakterileri olduğu bildirilmiştir. Laktik asit bakterilerinin, ortamda bulunan karbonhidratı kullanarak laktik asit ürettiği ve artan asitlik sonucu pH'nın düştüğü belirlenmiştir. Ortam pH'sının hızlı düşüşü sonucu, laktik asit bakterilerinin faaliyetlerine devam edip, bozulma etmeni ve patojen mikroorganizmalar üzerine inhibitör etki göstererek, sucuğun mikrobiyal kalitesini iyileştirdiği ifade edilmiştir. Fermente et ürünlerinde nitratın indirgenmesinde, lezzet bileşenlerinin oluşumunda ve renk stabilitesinin sağlanmasında; *Micrococcaceae* familyasının bazı türlerinin de görev aldığı belirlenmiştir (Ercoşkun ve Ertaş, 2003; Palalı, 2007).

2.2. Et Teknolojisinde Kürleme İşlemi

Etin kürlenmesinin, geçmişte tam olarak ne zaman başladığının kesin olarak bilinmediği ancak M.Ö 3000 yılı gibi erken bir sürede, tuz kullanılan muhafaza yöntemleri ile ilişkili olduğu ifade edilmiştir (Sindelar ve Milkowski, 2011). Romalıların 10. yüzyıldan itibaren ete istenen renk ve lezzeti kazandırmak amacıyla nitratı, bilinçli bir şekilde kullandıkları belirtilmiştir. 19. yüzyılda kürleme ile ilgili yapılan çalışmalarda,

tuzun tek başına kürlenmiş ürün rengini oluşturamadığı bildirilmiştir (Krause ve ark., 2011; Sindelar ve Milkowski, 2012). Kürlemenin kelime anlamının, "düzeltmek" veya "iyileştirmek" olduğu ifade edilmiştir (Honikel, 2008).

Et teknolojisinde kürleme; nihai ürünün görünüş, renk ve lezzet gibi özelliklerini iyileştirmek ve dayanıklılığını artırmak amacıyla, üretimde tuz, nitrat ve/veya nitrit, ürüne göre diğer bazı bileşenler ve çeşitli baharatlar ilave edilerek uygulanan işlem şeklinde tanımlanmıştır (Gökalp ve ark., 2004). Türk Gıda Kodeksi Et Ürünleri Tebliği'nde (Tebliğ No: 2018/52) ise kürleme; etlerin, nitritli kürleme tuzu veya nitrat ve nitritli kürleme tuzu veya tuz ve nitrat ile muamele edilme işlemi olarak rapor edilmiştir (Anonim, 2018).

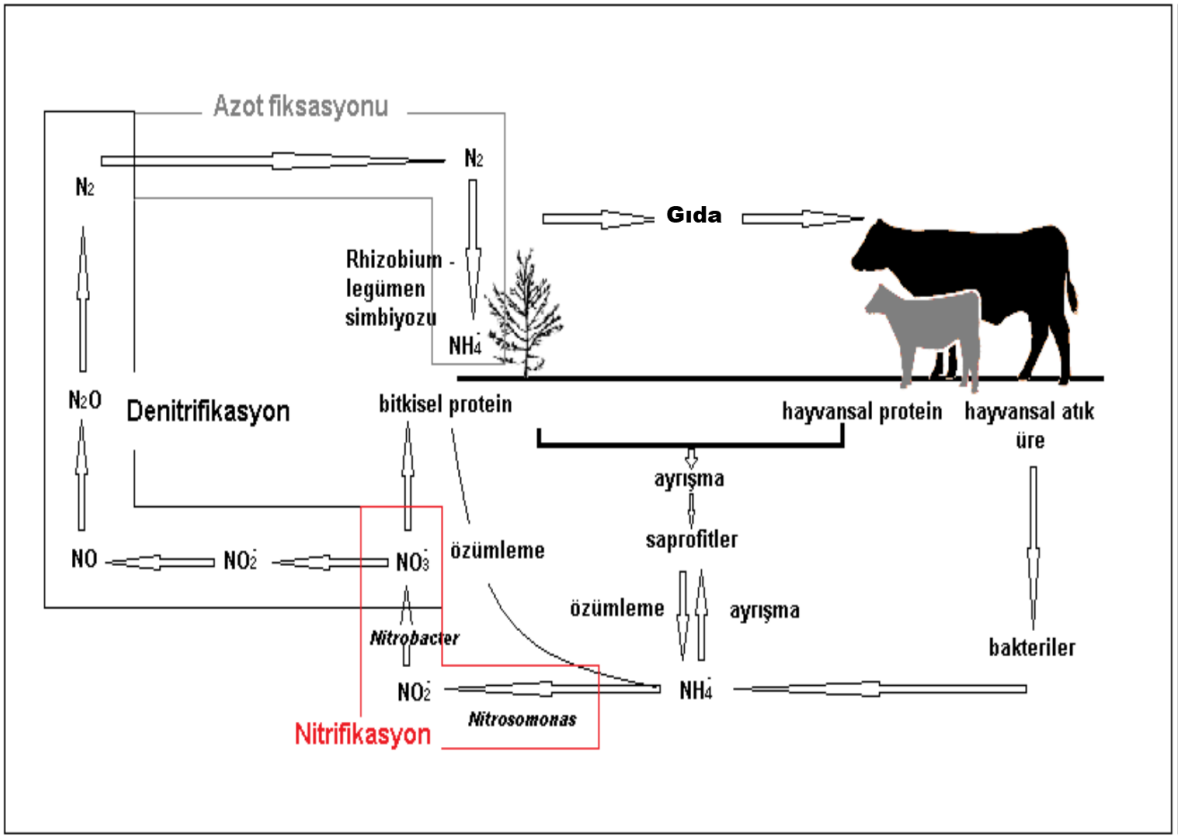
Kürleme işlemi sayesinde, etlerden belli seviyede nemin uzaklaştığı ve su aktivitesinin düştüğü, dolayısıyla et ürünlerinin raf ömrünün uzadığı belirlenmiştir. Nitrat/nitrit ile yapılan kürleme işleminin; antimikrobiyal ve antioksidan etkiler de göstererek, et ürünlerinin dayanıklılığını artırdığı ayrıca renk ve lezzet karakteristiklerini de geliştirdiği ifade edilmiştir (Sindelar ve Milkowski, 2011; Parthasarathy ve Bryan, 2012; Sindelar ve Milkowski, 2012).

2.2.1. Nitrat ve nitrit

Atmosferin %78'ini azotun oluşturduğu ve atmosfer, toprak ve canlı organizmalar arasında sürekli olarak sirküle olduğu ifade edilmiştir. Canlıların hayatlarını sürdürebilmesi için O_2 ve CO_2'e ihtiyaç duydukları gibi, büyüyebilmek için de azotun (N_2) gerekli olduğu ifade edilmiştir. Azot bileşiklerinin doğada birbirlerine dönüşümü "azot döngüsü" olarak tanımlanmıştır. Bu döngüde azot bileşiklerinin; topraktan canlılara ve sonra tekrar toprağa sirküle olduğu bildirilmiştir. Azot döngüsünün; "azot fiksasyonu", "nitrifikasyon" ve "denitrifikasyon" olmak üzere üç temel süreçten oluştuğu bildirilmiştir. Doğada canlıların azot gazını kullanabilmeleri için; bu gazın çeşitli şekillerde bağlanarak kullanılabilir forma dönüştürülmesine "fiksasyon" adı verilmiştir. Azot gazının fiksasyonu sonucu oluşan bileşiklerin genellikle amonyak ve nitrat olduğu ifade edilmiştir. Fiksasyon'un; bazı mikroorganizmalar (*Rhizobium, Azotobacter, Oscillatoria, Anabeana*) tarafından, fizikokimyasal olaylarla (yıldırım ve şimşek gibi olaylar sonucunda azot gazının nitrata dönüşmesi) veya endüstriyel (sentetik olarak üretim) olarak gerçekleştiği bildirilmiştir. Nitrifikasyon; organik ve inorganik azotlu bileşiklerin oksidasyonu olarak tanımlanmıştır. Denitrifikasyonda ise;

organik maddelerin oksidasyonu ile nitrat veya nitritin son elektron alıcısı olarak rol oynamasıyla NO, N_2O ve N_2 (azot gazı) üretildiği belirlenmiştir. Birçok bitkinin gelişimi için; azotun sabit formları olan nitrat ve amonyumun elzem olduğu bildirilmiştir (Seitzinger, 1988; Cabello ve ark., 2004; Michalski ve Kurzyca, 2006; Zuo ve ark., 2006; Acker ve ark., 2008; Widdison ve Burt, 2008). Doğada gerçekleşen azot döngüsü Şekil 2.3'de gösterilmiştir. Azot döngüsünün süreçleri olan nitrifikasyon, denitrifikasyon ve azot fiksasyonuna ait genel denklemler ise aşağıda verilmiştir.

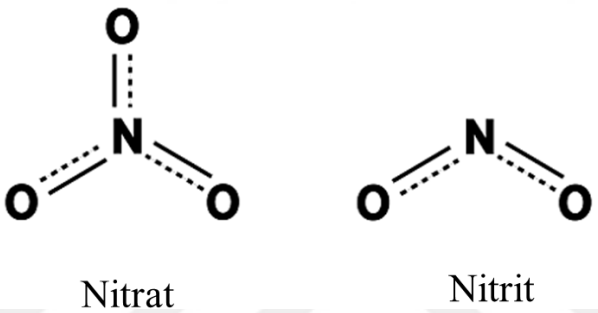
- Azot fiksasyonu: $N_2 \longrightarrow NH_4$
- Nitrifikasyon : $NH_4 \longrightarrow NO_3$
- Denitrifikasyon : $NO_3 \longrightarrow N_2$



Şekil 2.3. Azot döngüsü (Öğün, 2012)

Nitratın; sodyum nitrat veya potasyum nitrat olmak üzere tuz formunda (beyaz toz veya renksiz kristal halinde) bulunduğu bildirilmiştir. Yeşil yapraklı bitkilerin, kök (yumrulu) bitkilerinin ve meyvelerin; toprakta doğal olarak bulunan nitratı özümseyip, bünyelerinde bulundurdukları belirlenmiştir (Hill, 1996; Horsch ve ark., 2014). Sodyum

nitratın ($NaNO_3$), moleküler ağırlığının 84.995 g/mol, yoğunluğunun 2.26 g/cm^3, sudaki çözünürlüğünün 87.4 g/100 ml ve erime ve kaynama noktasının sırasıyla 307 ve 653 °C olduğu belirlenmiştir. Potasyum nitratın (KNO_3) ise beyaz kristal formunda bulunduğu, moleküler ağırlığının 101.103 g/mol, yoğunluğunun 2.109 g/cm^3, sudaki çözünürlüğünün 36 g/100 ml ve erime ve kaynama noktalarının sırasıyla 334 ve 400 °C olduğu ifade edilmiştir. Potasyum nitrat ve sodyum nitrat gıdalarda koruyucu katkı maddesi olarak kullanılır ve E kodları sırasıyla E251 ve E252'dir. Ayrıca nitratın, kalsiyum nitrat ($Ca(NO_3)_2$), magnezyum nitrat ($Mg(NO_3)_2.6H_2O$) ve amonyum nitrat (NH_4NO_3) formunda da bulunabileceği bildirilmiştir (Weast, 1988; Budavari ve O'Neil, 1996). Nitratın yapısal formülü Şekil 2.4'te verilmiştir.



Şekil 2.4. Nitrat ve nitritin yapısal formülü (Weast, 1988)

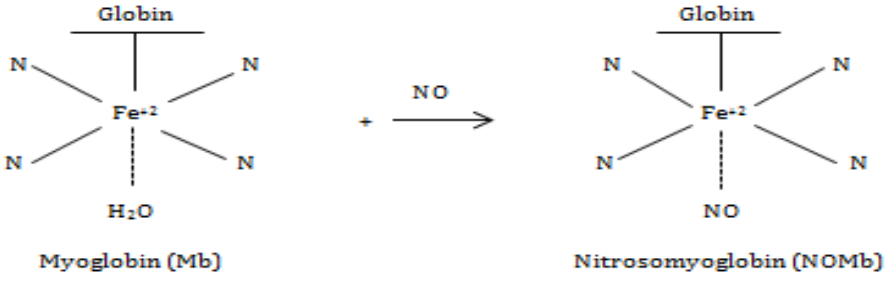
Tabiatta nitritin genellikle potasyum nitrit (KNO_2) ve sodyum nitrit ($NaNO_2$) formunda bulunabileceği bildirilmiş olup, kalsiyum nitrit $Ca(NO_2)_2$ ve magnezyum nitrit $Mg(NO_2)_2.3H20$) formunda da olabileceği ifade edilmiştir. Genellikle beyaz veya sarımsı renkte, kristal formda bir maddedir. Doğadan elde edilebileceği veya sodyum nitratın ve potasyum nitratın indirgenmesiyle üretilebileceği ifade edilmiştir. Sodyum nitritin, molekül ağırlığının 69.00 g/mol, yoğunluğunun 2.20 g/cm^3, sudaki çözünürlüğünün 82 g/100ml ve erime ve kaynama noktalarının sırasıyla 270 ve 320 °C, olduğu belirtilmiştir. Potasyum nitritin ise, molekül ağırlığının 85.10 g/mol, yoğunluğunun 1.91 g/cm^3, sudaki çözünürlüğünün 312 g/100 ml ve erime ve kaynama noktasının sırasıyla 440 ve 537 °C olduğu belirlenmiştir. Potasyum nitritin; güçlü bir oksidan olduğu bildirilmiştir (Weast, 1988; Budavari ve O'Neil, 1996). Potasyum nitrit ve sodyum nitrit de, gıdalarda koruyucu katkı maddesi olarak kullanılır ve E kodları sırasıyla E249 ve E250'dir. Nitritin yapısal formülü Şekil 2.4'te verilmiştir.

2.2.2. Nitrat ve nitritin et ürünleri üzerine etkileri

Kürlenmiş et ürünlerine ilave edilen nitritin; % 20-30'unun proteinlerle reaksiyona girdiği, %5-15'inin myoglobine bağlandığı, %1-5'inin gaz formuna dönüştüğü, %5-15'inin sülfidril gruplarına bağlandığı, %1-5'inin lipitlere bağlandığı, %1-10'unun nitrata dönüştüğü ve %5-20'sinin ise nitrit formunda kaldığı bildirilmiştir. Buna göre kürlenmiş et ürünlerinde kullanılan nitritin; en büyük kısmının protein bileşeni ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Sebranek ve ark., 1973).

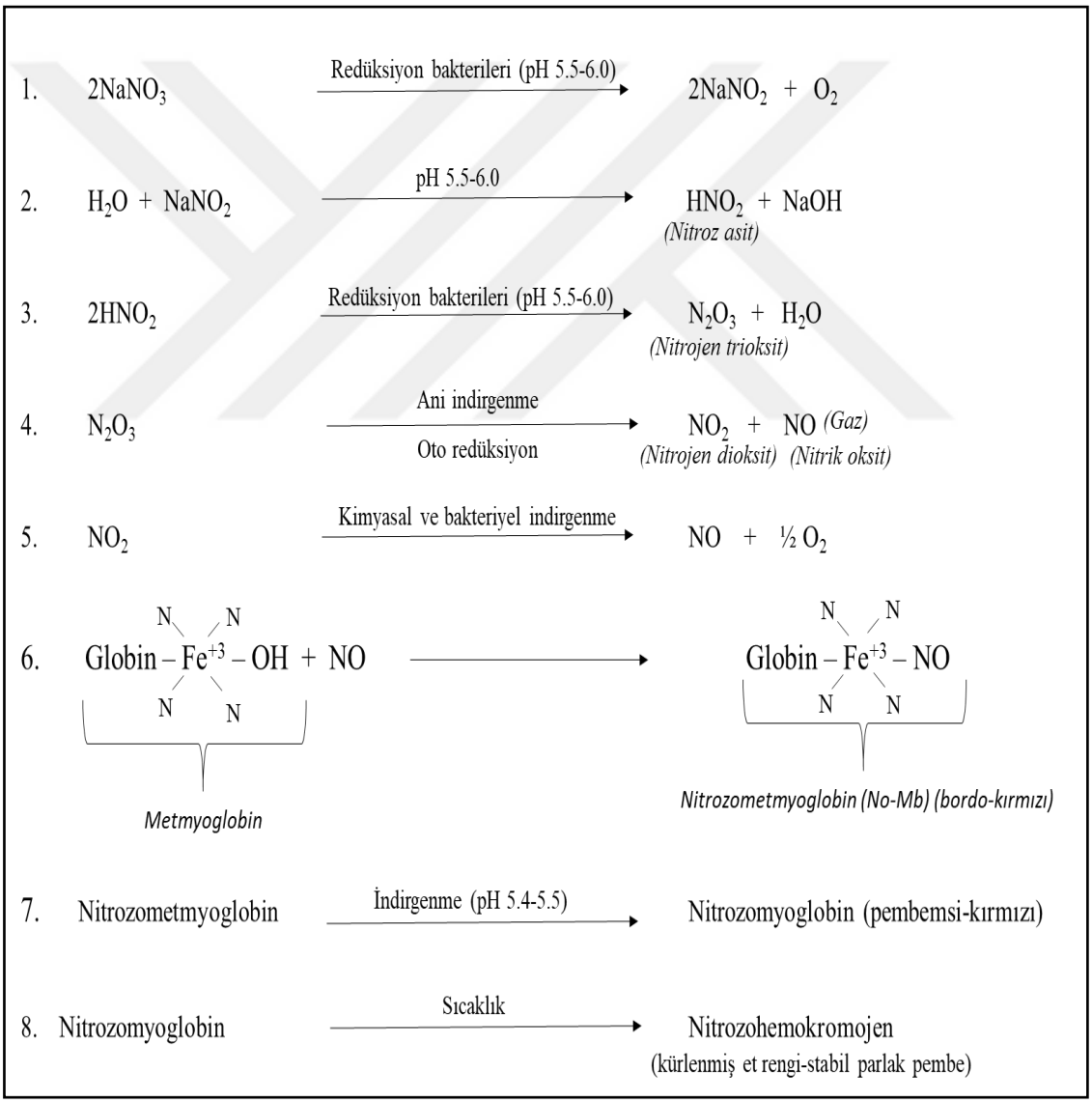
Kürlenmiş et ürünlerinde nitritin; tek başına veya diğer bileşenlerle birlikte etkili bir antioksidan ve antimikrobiyal ajan olarak görev yaptığı, kürlenmiş et ürünlerinde karakteristik kırmızımsı pembe renkten sorumlu olduğu ve ayrıca lezzet oluşumunda da rol oynadığı ifade edilmiştir (Pegg ve Shahidi, 2008; Sindelar ve Milkowski, 2011). Nitratın bu etkileri gösterebilmesi için, nitrite indirgenmesi gerektiği ifade edilmiştir (Honikel, 2007; Sindelar ve Milkowski, 2012).

Renk üzerine etki: Nitritin, kürleme işlemi sırasında indirgenerek nitrik oksiti (NO^-) oluşturan, çok fonksiyonlu bir gıda katkı maddesi olduğu belirtilmiştir. Nitrik oksitin kürlenmiş ürünlerde tipik rengi oluşturabilmesi için hem myoglobindeki (Fe^{+2}) hem de metmyoglobindeki (Fe^{+3}) demirle reaksiyona girdiği ifade edilmiştir. Ayrıca nitritten nitrik oksit (NO^-) oluşumunun; ortamda askorbat gibi indirgeyiciler bulunduğunda, daha kolay olacağı ifade edilmiştir. Kürleme işleminde, ete nitritin ilavesiyle, nitritin oksidan olarak rol oynadığı ve dolayısıyla etin hızlı bir şekilde kahverengi renge (metmyoglobin), nitritin ise nitrik oksite indirgendiği bildirilmiştir. Nitrik oksit, metmyoglobin ile reaksiyona girerek nitrosometmyoglobini oluşturduğu ve nitrosometmyoglobinin indirgenerek; kürlenmiş et ürünlerinin karakteristik rengini veren "nitrosomyoglobin"in oluştuğu rapor edilmiştir (Pegg ve Shahidi, 2008). Myoglobinin, nitrosomyoglobin'e dönüşümü Şekil 2.5'te verilmiştir.



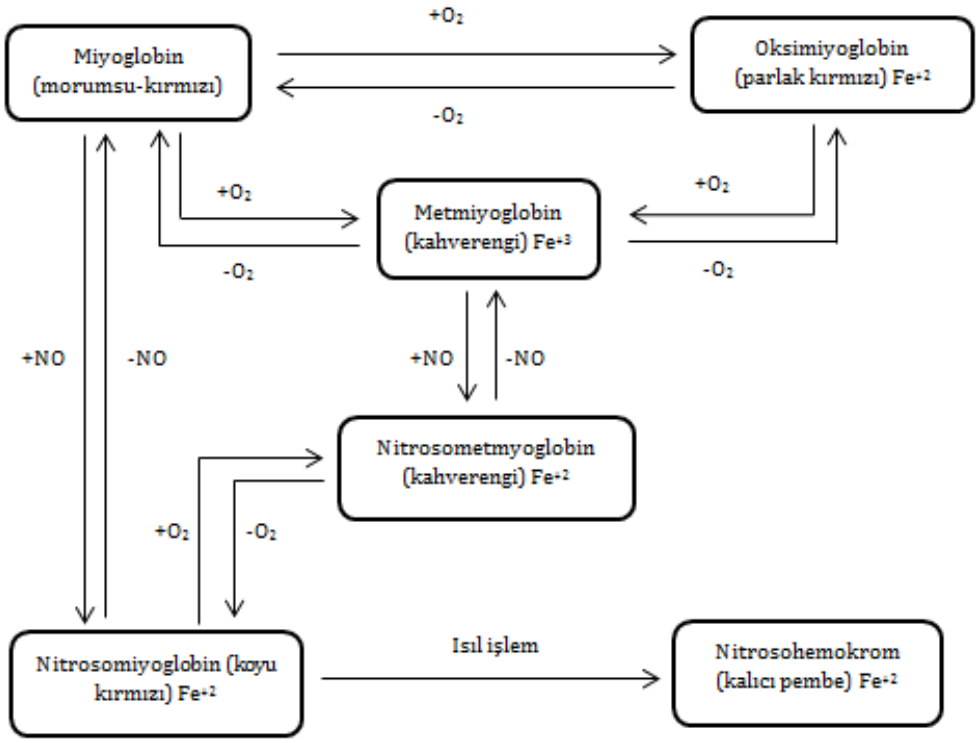
Şekil 2.5. Myoglobin'in, nitrosomyoglobine dönüşümü (Öztan, 2010)

Nitrosomyoglobinin pembemsi kırmızı renge sahip olduğu ve stabil olmadığı bildirilmiştir. Kürlenmiş et ürünlerine ısıl işlem uygulanması sonucu; renk pigmentinin, "nitrosohemokromojen"e dönüştüğü belirtilmiştir. Bu renk pigmentinin parlak pembe renkte (kürlenmiş ve ısıl işlem görmüş et rengi) ve stabil olduğu ifade edilmiştir (Parthasarathy ve Bryan, 2012). Nitratın kürlenmiş et ürünlerinde renk üzerine etkili olabilmesi için, öncelikle nitrite indirgenmesi gerekmektedir. Nitrattan, nitrosohemokromojen oluşumuna kadar geçen süreçteki reaksiyonlar Şekil 2.6'da ve kürlenmiş et ürünlerinde renk pigmentlerinin birbirine dönüşümü Şekil 2.7'de verilmiştir.



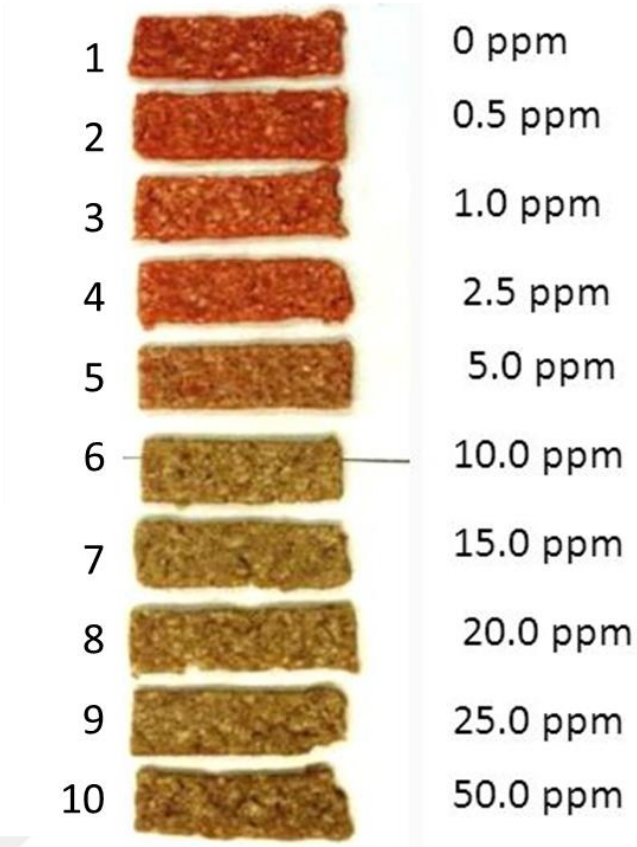
Şekil 2.6. Kürlenmiş et ürünlerinin karakteristik renginin oluşumu (Honikel, 2008; Pegg ve Shahidi, 2008)

Etlerin kürlenmesinde, tipik kürlenmiş ürün renginin oluşumu için sınırlı miktarda nitrit (2-14 ppm) yeterli olmasına rağmen, kürleme işleminin homojen olmasını sağlamak ve etin raf ömrü süresince pembemsi kırmızı rengi korumak için daha fazla miktarda nitrat/nitrit ilavesinin gerekli olduğu bildirilmiştir (Sebranek ve Bacus, 2007; Sindelar ve Milkowski, 2011).



Şekil 2.7. Kürlenmiş et ürünlerinde, renk pigmentlerinin birbirlerine dönüşümleri (Ertaş, 1983)

Kürlenmiş et ürünlerinde kalıntı nitrit seviyelerinin, depolama süresi boyunca oksidasyon nedeniyle yavaş yavaş azalabileceği ifade edilmiştir (Cassens, 1997). Genellikle kürlenmiş et renginin korunabilmesi için, nihai üründe 10-15 ppm nitritin bulunması (kalıntı nitrit miktarı) önerilmiştir (Sindelar ve Milkowski, 2011). Sebranek ve Turner (2002), kürleme işleminin et rengi üzerine etkisini gözlemleyebilmek için; çiğ ete farklı seviyelerde nitrit ilave etmişlerdir. Etlerin renklerinde meydana gelen değişim Şekil 2.8'de verilmiştir.



Şekil 2.8. Farklı düzeylerde ilave edilen nitritin et rengi üzerine etkisi (Sebranek ve Turner, 2002)

Lezzet üzerine etki: Kürlenmiş et ürünlerinde lezzetin oluşumunda/gelişmesinde; kullanılan baharatlar ve diğer katkı maddeleri dışında, nitrat/nitritin et bileşenleri ile verdiği reaksiyon ürünlerinin ve mikrobiyal faaliyetlerin önemli etkilerinin olduğu rapor edilmiştir (Hammes, 2012). Kürlenmiş et ürünlerinin karakteristik lezzetinin gelişmesinde nitrat/nitrit kullanımının çok önemli rol oynadığı bildirilmiştir (Sanz ve ark., 1997). Kürlenmiş et ürünlerinde karakteristik lezzetin oluşumu için, az miktarda nitritin (yaklaşık 50 ppm) yeterli olabileceği belirlenmiştir. Ancak, bu karakteristik lezzetin oluşum mekanizmasının ve bileşenlerin, henüz tam olarak bilinmediği rapor edilmiştir (Sindelar ve Milkowski, 2011). Kürlenmiş etlerde, kürlenmemiş etlerle kıyaslandığında; hidrokarbonlar, ketonlar, alkoller, fenoller, esterler, furanlar, pirazinler, aldehitler ve diğer azot içeren bileşiklerle birlikte yüksek miktarda karboksilik asit, sülfür ve nitrat-nitrit içeren bileşikler bulunduğu rapor edilmiştir (Ramarathnam ve ark., 1993). Navarro ve ark. (1997), emülsifiye tipi sosislerin üretiminde nitrat ve nitrit kullanımının etkilerini incelediği çalışmada; nitrat ile kürlenen sosislerin nitrit ile kürlenen örneklere göre daha yoğun lezzete sahip olduklarını

belirlemişlerdir. Marco ve ark. (2006), nitrat ve nitritin fermente sucukların bazı kalite karakteristikleri üzerine etkilerini belirlemişler ve nitrat ile kürlenen örneklerin, nitrit ile kürlenen örneklere göre daha yüksek miktarlarda uçucu bileşikler içerdiğini tespit etmişlerdir. Bir başka çalışmada, kürlenmiş et ürünlerinden, 1.3-dimetilbenzen, 4-methyl-2-pentanone ve 2.2.4-trimethylhexane gibi uçucu bileşenlerin izole edildiği ve bu bileşenlerin ürünlerin lezzetleri üzerine olumlu etkilerinin bulunduğu belirlenmiştir (Shahidi ve ark., 1994). Diğer taraftan, ısıl işlem görmüş kürlenmiş et ürünlerinde, nitritin tekrar ısıl işlem uygulanması sonucu oluşan oksidatif lezzeti (WOF: warmed over flavor) ve lipit oksidasyonunu engelleyici rol oynadığı rapor edilmiştir (Ertaş, 1998; Shahidi, 1998).

Antioksidatif etki: Nitrat/nitritin; depolama sırasında ilerleyen oksidasyonu ve yeniden ısıtma sırasında oluşan acılaşmayı geciktirebileceği bildirilmiştir (Pegg ve Shahidi, 2008; Parthasarathy ve Bryan, 2012). Et ürünlerinde nitritin antioksidan etkilerinin farklı mekanizmalarla gerçekleşebileceği ifade edilmiştir. Nitratın/nitritin indirgenmesi sonucu oluşan nitrik oksitin (NO); et pigmentinin heme demirini bağlayarak (Fe^{+2} olarak kalmasını sağlayarak) oksidasyon reaksiyonlarının katalizlenmesini engellediği ve lipit oksidasyonuna neden olan serbest radikallerle etkileşime girerek radikal olmayan bileşenler oluşturduğu rapor edilmiştir (Sebranek, 2009; Doolaege ve ark., 2012). Nitritin; serbest radikallerle reaksiyona girip "nitrozo" ve "nitrozil" bileşiklerini oluşturmasıyla da antioksidan etki gösterebileceği bildirilmiştir. Ayrıca, nitritin doymamış lipitlerin stabilizasyonunu sağlayarak antioksidan etkide bulunabileceği ifade edilmiştir (Pegg ve Shahidi, 2008). Nitritin antioksidan etkilerinin görülebilmesi için 40 ppm kadar düşük seviyelerin yeterli olabileceği belirlenmiştir (Al-Shuibi ve Al-Abdullah, 2002).

Antimikrobiyal etki: Nitritin tek başına veya diğer tuzlarla kombinasyon halinde pekçok aerobik, anaerobik, Gram (+) ve Gram (-) bakterilerin gelişmesini engelleyebildiği belirlenmiş olup, ancak mayalar ve küfler üzerine etkili olmadığı tespit edilmiştir. Nitritin, metabolik enzimleri inhibe ederek, oksijen alımını sınırlandırarak veya proton değişimlerini bozarak, mikroorganizmalar üzerine etkili olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, nitrat/nitritin indirgenmesiyle oluşan nitrik oksitin demire bağlanması sonucu; mikroorganizmaların enzim sistemi ve metabolizması için gerekli olan demirin kullanılabilirliğinin sınırlandırıldığı ifade edilmiştir (Tompkin, 2005).

Nitritin, özellikle vakum paketleme ile ambalajlanmış ve konserve et ürünlerinde toksin oluşturan *Clostridium botulinum* ve sporlarına karşı etkili olduğu bildirilmiştir.

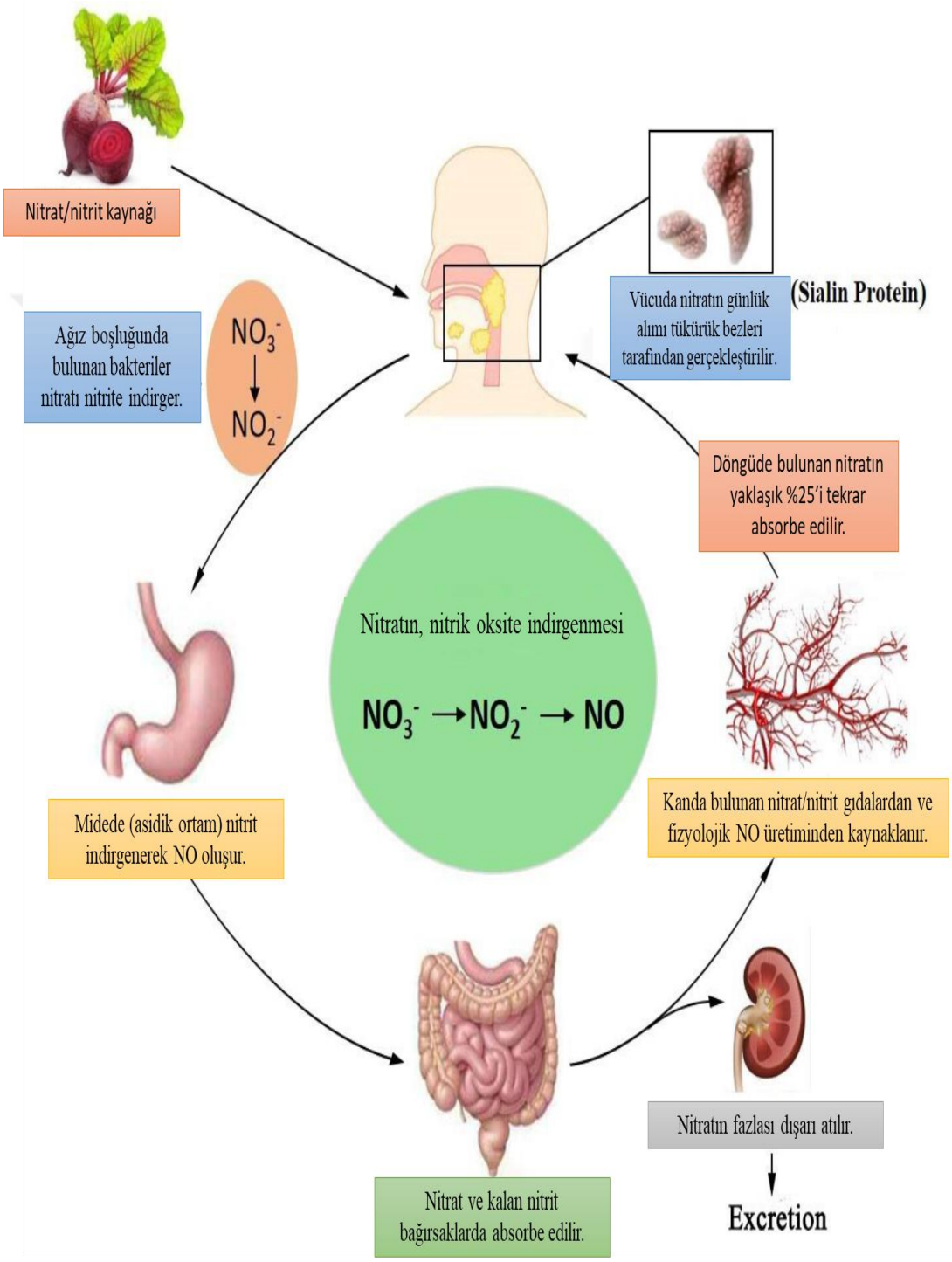
Nitritin; sporları yok edemediği, ancak sporların gelişimini ve sporlardan vejetatif hücrenin ortaya çıkmasını engelleyerek, Botulizmi önlediği rapor edilmiştir (Pierson ve ark., 1983; Archer, 2002). Ayrıca nitritin; *Bacillus cereus, Clostridium perfringens, Clostridium sporogenes, Clostridium butyricum, Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes* gibi bakteriler üzerine de inhibitör etki gösterdiği belirlenmiştir (Pierson ve ark., 1983; Demirci, 2001; Tompkin, 2005; Pradhan ve ark., 2009; Sindelar ve Milkowski, 2011; Parthasarathy ve Bryan, 2012; Horsch ve ark., 2014).

Nitritin antimikrobiyal aktivitesinin, nitroz asit (HNO_2) bileşeninin oluşumuna bağlı olduğu ve dolayısıyla antimikrobiyal etkinin, ortam pH'sından önemli ölçüde etkilendiği belirlenmiştir. Ortam pH değeri 4.5-5.5 aralığında olduğunda, nitritten kaynaklanan antimikrobiyal etkinin maksimum düzeye ulaştığı bildirilmiş olup, pH değerinin 4.5'in altına inmesiyle (nitroz asit; azot monoksit, nitrik asit (HNO_3) ve suya ayrışır) antimikrobiyal etkinin azaldığı belirlenmiştir. pH değerinin 7.0'den 6.0'ya düşmesi durumunda; nitritin *C. botulinum*'a karşı antibakteriyel etkisinin on kat arttığı tespit edilmiştir. Nitritin antimikrobiyal özelliğini etkileyen pH dışında diğer faktörlerin; oksijen, gıda bileşenleri ve ısıl işlem uygulaması olduğu da ifade edilmiştir (Roberts ve ark., 1976; Rahman, 2007). Sodyum klorürün, nitrit ile birlikte sinerjist etki göstererek nitritin antimikrobiyal aktivitesini artırdığı belirlenmiştir. Nitritin bulunduğu ortama ısıl işlemin uygulanması sonucu; yüksek seviyede antimikrobiyal özellik gösteren bir bileşenin oluştuğu ve dolayısıyla nitritin antimikrobiyal aktivitesinin 10 kat arttığı bildirilmiştir. Nitritin, ısıl işlem uygulaması ile inhibisyon etkinliğinin artması "Perigo etkisi" şeklinde tanımlanmıştır (Perigo ve ark., 1967). Nitrit kullanım seviyesi açısından değerlendirildiğinde; et ürünlerinde kür renginin gelişebilmesi için 5 ppm; oluşan rengin stabil kalabilmesi için için 20 ppm; *C. botulinum*'un gelişiminin engellenmesi için en az 50 ppm nitrit ilave edilmesi gerektiği bildirilmiştir (Altuğ, 2006; Sebranek ve Bacus, 2007). Öztan (2010) ise; botulizmin tam olarak kontrol edilebilmesi için 150 ppm nitrit kullanılması gerektiğini vurgulamıştır.

2.2.3. Nitrat ve nitritin insan sağlığı üzerine etkileri

Günümüzde yapılan çalışmalar nitritin insan sağlığı için önemli bir bileşen olduğu; özellikle insan vücudunda endojen nitrit üretiminin insan fizyolojisinde önemli bir rol oynadığı belirtilmiştir. Diyet ile vücuda alınan nitrat/nitritin bir döngü içerisine girdiği belirlenmiştir (Şekil 2.5). Nitrat ve nitritin indirgenmesinin ağızda başladığı ve

mide, bağırsak, böbrek ve kanda devam ettiği tespit edilmiştir. Nitratın fazlasının ise vücuttan dışarı atıldığı ifade edilmiştir. Nitrik oksitin (NO) ve diğer azot oksitlerin kanda ve dokularda bulunduğu belirtilmiştir (Bryan ve Loscalzo, 2011). İnsan vücudunda nitrat/nitrit metabolizmasına ait döngü Şekil 2.9'da verilmiştir.

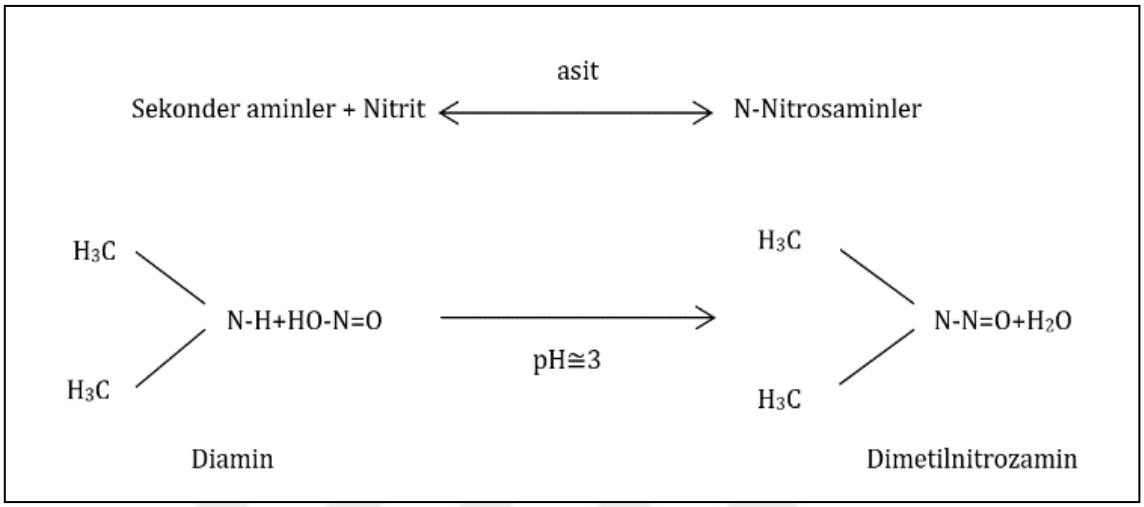


Şekil 2.9. İnsan vücudunda nitrat/nitrit döngüsü (Lundberg ve ark., 2008)

Et ürünlerinin kürlenmesinde nitrat/nitritin fazla ilave edilmesi durumunda, bazı sağlık problemlerinin oluşabileceği bildirilmiştir. Nitratın akut toksik etkilerinin çok nadir görüldüğü bildirilmiş ancak nitrat nitrite indirgendiğinde; nitritin sağlık üzerine olumsuz etkilerinin bulunduğu ifade edilmiştir (Bories ve Bories, 1995; Özdestan ve Üren, 2010). Yetişkinlerde 8-15 g civarında sodyum veya potasyum nitrat alınması durumunda; şiddetli gastroenterit, karın ağrısı, idrar ve gaitada kan ve halsizlik görülebileceği rapor edilmiştir (Özdestan ve Üren, 2010). Nitritin kanda bulunan hemoglobini, methemoglobine dönüştürdüğü ve dolayısıyla hemoglobinin oksijen taşıma fonksiyonunu önlediği bildirilmiştir. Bu durumdan kaynaklanan hastalık "methaemoglobinaemia" olarak adlandırılmıştır. Bu hastalığın yetişkinlerde nadir olarak görüldüğü, çocuklar için riskli olduğu ve bu yüzden "mavi bebek sendromu" olarak da adlandırılğı ifade edilmiştir (Cemek ve ark., 2007). Beyin damarlarındaki dokularda, akciğer, kalp, karaciğer, böbrek ve testislerde yeterli miktarda nitrit bulunması ve nitrite uzun süre maruz kalınması durumunda; "nitrit zehirlenmesi"nin meydana geldiği ve bu dokularda önemli bozunmaların meydana gelebileceği bildirilmiştir (Chow ve Hong, 2002; Govoni ve ark., 2008; Ralt, 2009).

Nitrat/nitritin insan sağlığı üzerine en önemli olumsuz etkisinin; nitrozaminlerin oluşabilme riski olduğu bildirilmiştir (Pedersen ve Meyland, 1981; Magrinya ve ark., 2009). Nitrozaminlerin (N-nitrozo bileşikleri); nitrat/nitritin indirgenmesi sonucu oluşan bileşikler ile sekonder aminlerin reaksiyonu sonucunda oluştukları belirtilmiştir (Pedersen ve Meyland, 1981; Pegg ve Shahidi, 2008). Nitritin; nitrozo bileşiklerinin oluşumunda, nitrozo ajanı olarak işlev gördüğü belirlenmiştir (Cassens, 1997). N-nitrozo bileşiklerinin altı temel kategoriye ayrıldığı belirtilmiş olup, bunlar; uçucu N-nitrozamin, uçucu olmayan N-nitrozamin, N-nitrozamid, N-nitrozo heterosiklik karboksilik ürünler, N-nitrozo glikozilamin ve Amadori bileşikleridir (Hiramoto ve ark., 1993). Bazı epidemiyolojik çalışmalarda nitrat, nitrit ve N-nitrozo bileşikleri ile kanser riski arasında potansiyel bir ilişki olduğu ve nitrozaminlerin mutajenik, karsinojenik ve teratojenik etkilerinin bulunduğu ifade edilmiştir (Alexander ve Cushing, 2011; Li ve ark., 2013). N-nitrozodimetilamin gibi belli nitrozo bileşiklerinin güçlü kanserojen etkiye sahip olduğu belirlenmiş olup, bu bileşiğin sekonder aminlerle 130 ^{o}C ve üstü sıcaklıklarda ve asidik ortamda kolaylıkla oluşabildiği rapor edilmiştir (Cassens, 1997; Hammes, 2012). Şekil 2.10'da dimetilnitrozoamin'in oluşumu gösterilmiştir. Nitrat/nitritin yüksek miktarlarda vücuda alımı; yetişkinlerin kansere yakalanma riskinin artmasıyla ve çocuklarda ise; lösemi, burun, boğaz ve beyin tümörlerinin

oluşum oranının artması ile ilişkilendirilmiştir (Gangolli ve ark., 1994; Sanchez-Echaniz ve ark., 2001; Gassara ve ark., 2016). Midedeki nitrat/nitrit varlığı ve seviyesi ile mide ve yemek borusu kanseri arasında korelasyon olduğu bildirilmiştir (Hamilton ve Meltzer, 2006).



Şekil 2.10. Dimetilnitrozamin oluşumu (Öztan, 2010)

Nitrozaminlerin; vücutta (özellikle midede) oluşabileceği gibi son üründe de oluşabileceği bildirilmiştir. Üretimde ilave edilen nitrat/nitrit seviyesi, etin yağ içeriği, üretimde formülasyona ilave edilen diğer maddeler, etin kalitesi, kurutma/tütsüleme/ısıl işlem uygulama gibi işlemler, olgunlaştırma şartları, ambalaj materyali ve depolama şartları gibi pek çok etmenin nitrozaminlerin oluşumu üzerine etkili olduğu bildirilmiştir (Herrmann ve ark., 2015). Tiyosiyanat iyonunun nitrozamin oluşumunu hızlandırdığı, askorbik asitin ise; kanserojenik bu bileşiğin oluşumunu engellediği belirlenmiştir (Yıldırım, 1979; Bayraktar ve ark., 1998).

Nitrat/nitritin sağlık üzerine belirtilen olumsuz etkilerinin yanı sıra bazı olumlu etkilerinin de bulunduğu bildirilmiştir. Nitrat/nitritin indirgenmesi ve argininden nitrik oksit sentetaz ile sentezlenen nitrik oksit sayesinde insan vücudundaki yararlı etkilerin oluştuğu belirlenmiştir (Moncada ve Higgs, 1993). Günlük nitrat/nitrit alımının insan sağlığı üzerine yararlı etkileri aşağıda sıralanmıştır:

- NO'in hücresel sinyal molekülü, vazodilatör ve nörotransmitter gibi önemli fonksiyonları yerine getirmesi,
- Kan basıncının azaltılması,
- Pıhtı atma fonksiyonunun engellenmesi,

- Egzersiz sırasında oksijen tüketiminin azaltılması,
- İskemik kalp hasarına karşı koruyucu olması,
- Endotel disfonksiyonunun engellenmesi,
- Vasküler inflamasyonu önlemesi,
- Ağız boşluğunda periodontal ve karsinojenik bakterilere karşı koruma sağlaması,
- Ciltte bakteriyel nitrit indirgenmesi ile cilt patojenlerine karşı koruma sağlaması,
- Üriner sistemde koruma sağlamasında rol aldığı bildirilmiştir (Schächinger ve ark., 2000; Halcox ve ark., 2002; Bugiardini ve ark., 2004; Lerman ve Zeiher, 2005; Lundberg ve ark., 2011; Hammes, 2012).

Ayrıca doğumdan sonraki ilk günlerde kolostrumda ve anne sütünde nitrit bulunduğu ve bebeğin günde yaklaşık 1 ppm nitrit aldığı bildirilmiştir (Berens ve Bryan, 2017). Bu nitritin, nitrik oksit kaynağı olduğu ve nitrik oksitin; bebeklerin hipoksik/iskemik yaralanmaya karşı korunmasında rol oynadığı ve bebeklerin gastrointestinal sistemini bakteriyel patojenlerden koruyabileceği belirlenmiştir (Jones ve ark., 2015).

Avrupa Birliği Gıda Bilimi Komitesi'ne (Scientific Committee on Food-European Commission) göre, nitrat ve nitrit için kabul edilebilir günlük alım miktarlarının (ADI-Acceptable Daily Intake) sırasıyla; 3.70 ve 0.06 "mg/kg vücut ağırlığı" sınırlaması getirilmiştir (Hsu ve ark., 2009). FAO/WHO Ortak Gıda Katkı Maddeleri Uzman Komitesi'ne (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives-JECFA) göre, gıdalardan alınan günlük nitrat ve nitrit miktarlarının sırasıyla 3.70 ve 0.07 "mg/kg vücut ağırlığı" olduğu rapor edilmiştir (Mortensen ve ark., 2017).

2.2.4. Et ürünlerinde nitrat/nitrit kullanımına ilişkin yasal düzenlemeler

Nitrat ve nitrit; et ürünlerinde belirtilen fonksiyonların yerine getirilmesinde çok önemli rol oynaması nedeniyle önemli ve vazgeçilmez bir katkı maddesidir. Ancak gerekli dozlardan daha fazla kullanıldığında, insan sağlığı üzerine önemli riskler teşkil edebilmektedir. Bu yüzden gıdaların üretiminde, nitrat/nitrit kullanım seviyesi için et ürünlerinin çeşidine ve üretilen ülkelere göre sınırlamalar getirilmiştir.

Ülkemizde Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne (2013/28693) göre; ısıl işlem uygulanmamış et ürünlerinin üretiminde kullanılabilecek sodyum nitrit veya potasyum nitrit miktarı, en fazla 150 ppm; sodyum nitrat ve

potasyum nitrat miktarı da en fazla 150 ppm olarak belirlenmiştir. Isıl işlem uygulanmış et ürünlerinin üretiminde ilave edilebilecek en fazla sodyum nitrit veya potasyum nitrit miktarının ise; 150 ppm olduğu belirtilmiştir (Anonim, 2013).

Avrupa Komisyonu Yönetmeliği'ne göre (2014/601/EC) ısıl işlem uygulanmamış et ürünlerinin üretiminde; 150 ppm nitrat veya 150 ppm nitrit ilavesine; ısıl işlem uygulanarak üretilen et ürünlerinin üretimi için, sadece 150 ppm nitrit kullanımına izin verilmiştir. Sterilizasyon işlemi uygulanarak üretilen et ürünlerinin üretiminde, en fazla 100 ppm nitrit kullanımı uygun görülmüştür. Geleneksel kürlenmiş et ürünlerinin üretiminde veya ürünlerdeki kalıntı nitrat/nitrit miktarlarının; ürünlere bağlı olarak nitrat için 10-300 ppm veya nitrit için 50-180 ppm aralığında değişebileceği ifade edilmiştir (Anonymous, 2014).

Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (The United States Department of Agriculture-USDA) Gıda Güvenliği ve Denetim Hizmeti (The Food Safety and Inspection Service-FSIS) Standartları'na göre et ve kanatlı eti ürünlerine ve kürleme yöntemlerine göre ilave edilecek nitrat ve nitrit seviyesinin değiştiği bildirilmiştir (Anonymous, 1995). USDA-FSIS'e göre et ve kanatlı eti ürünlerine ilave edilebilecek en fazla nitrat/nitrit miktarları Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. USDA-FSIS'e göre et ve kanatlı eti ürünlerine ilave edilebilecek en fazla nitrat/nitrit miktarları (Anonymous, 1995)

Kürleme Ajanları	Kürleme yöntemleri			
	Daldırma yöntemiyle kürleme (ppm)	Enjeksiyon yöntemiyle kürleme (ppm)	Kıyma haline getirilmiş ürünlerin kürlenmesi (ppm)	Kuru kürleme (ppm)
Sodyum nitrit	200	200	156	625
Potasyum nitrit	200	200	156	625
Sodyum nitrat	700	700	1718	2187
Potasyum nitrat	700	700	1718	2187

Avustralya ve Yeni Zelanda Gıda Standartları'na (FSANZ; 2008) göre kürlenmiş/kurutulmuş et ürünlerinin üretiminde; en fazla 125 ppm nitrit veya 500 ppm nitrat kullanımına izin verilmiştir (Hsu ve ark., 2009).

2.3. Et Ürünlerinde Doğal Kürleme ve Yapılan Çalışmalar

Et ürünlerinde koruyucu katkı maddesi olarak; nitrat ve nitritin ikame edilmesinin/değiştirilmesinin çok zor olduğu çünkü bu kürleme ajanlarının aynı zamanda birçok önemli fonksiyona sahip olduğu ifade edilmiştir. Her ne kadar bazı çalışmalar, nitrat/nitritin tüketicilerin sağlığı üzerine olumlu etkisi olmadığını ortaya koysa da, nitrit kullanımının azaltılması veya ortadan kaldırılmasının et teknolojisi için önemli bir konu olduğu bildirilmiştir. Dolayısıyla, nitrat/nitrit ikamesi olarak kullanılabilecek farklı alternatiflerin/yöntemlerin/teknolojilerin et ürünlerinin antioksidan, antimikrobiyal ve duyusal özellikleri üzerine etkilerini belirlemeye yönelik çalışmalar devam etmektedir. Kimyasal (sentetik) nitrat/nitrit kullanımını önlemek için; günümüzde organik veya kürlenmemiş et ürünleri üretimi büyük önem arz etmektedir. Özellikle son zamanlarda yapılan çalışmalar da; sentetik nitritin doğrudan et ürünlerinde kullanımı yerine, dolaylı olarak doğal bileşenler aracılığıyla ilave edilmesi ve üründen beklenilen kalite özelliklerinin bu yolla sağlanması üzerine yoğunlaşılmıştır (Alahakoon ve ark., 2015).

Nitrat/nitrit alımını en aza indirebilmek için; kürlenmiş et ürünlerinde kalıntı nitrat/nitrit miktarını azaltmak üzerine, stratejilerin geliştirilmesi gerektiği ve bu konunun et teknolojisindeki en büyük zorluklardan biri olduğu ifade edilmiştir. Nispeten daha sağlıklı olduğu düşünülen doğal kaynaklar ile kürlemeye yönelik büyük bir ilgi olduğu bildirilmiştir. Günümüzde bu ilgi, nitrat/nitrit miktarı azaltılmış et ürünlerine yönelik tüketici talebinden kaynaklanan baskı ile daha da artmıştır (Alahakoon ve ark., 2015).

Kürlenmiş et ürünlerinin üretiminde, kalıntı nitrat/nitrit miktarını azaltmak ve üretilen ürünün doğallığını koruyabilmesi için; sentetik nitrat/nitrit yerine kullanılabilecek kürleme ajanlarının aşağıda belirtilen özellikleri taşıması gerektiği bildirilmiştir (Hung ve ark., 2016; Candan ve Bağdatlı, 2018):

1. Doğal (bitkisel) olmalı,
2. Antioksidan ve antimikrobiyal özelliklere sahip olmalı,
3. Kolaylıkla temin edilebilir olmalı,
4. İlave edildiği ürünün duyusal özelliklerini olumsuz yönde etkilememelidir.

Bitkisel gıdaların ve özellikle de bazı sebzelerin, önemli miktarlarda nitrat içerdiği belirlenmiştir. Sebzelerdeki nitrat seviyesinin 1-10000 ppm arasında değiştiği

(Özdestan ve Üren, 2010) ve kereviz, ıspanak, turp ve marul gibi sebzelerin 2500 ppm ’den fazla nitrat içerdiği bildirilmiştir (Santamaria, 2006). Ayrıca havuç, pancar, dereotu, maydanoz ve pazının da yüksek miktarda nitrat içerdiği ifade edilmiştir (Özçelik, 1982; Erkmen ve ark., 1990). Meyvelerde nitrat ve nitritin oldukça düşük düzeylerde bulunduğu bildirilmiş olup, nitrat miktarının 10 ppm’ in altında, nitrit seviyesinin ise en fazla 1 ppm olduğu belirlenmiştir (Walters, 1991).

Bitkisel gıdalar özellikle sebzeler ileri işlenmiş et ürünlerinde, doğal nitrat kaynakları olarak önemli bir potansiyel oluşturmuştur. Kürlenmiş et ürünlerinin üretiminde nitrat/nitrit alternatifi olarak kullanılabilecek bitkisel kaynakların toz, sıvı ve taze formlarıyla formülasyona ilave edilebileceği bildirilmiştir. Sebzelerin toz formlarının, taze hallerine göre çok daha fazla nitrat içerdiği belirtilmiştir. Taze formdaki maydanozun (Tamme ve ark., 2006), pazının (Herencia ve ark., 2007) ıspanağın ve dereotunun ortalama nitrat içeriklerinin sırasıyla 966.00, 1061.00, 920.30 ve 531.46 ppm olduğu bildirilmiştir. (Erkmen ve ark., 1990).

Nitrat/nitrit kaynakları olarak kullanılabilen sebze tozları ve sularının ticari olarak bulanabileceği veya kolaylıkla temin edilebileceği ve doğal et ürünlerinin üretiminde kullanılabileceği bildirilmiştir (Sebranek ve Bacus, 2007). Ancak sebzelerin genellikle yüksek miktarda nitrat içermesi sebebiyle, kürlenmiş et ürünlerinin üretiminde nitrat indirgeyen starter kültürlerin kullanılmasının, standart kalitede ürün elde edilmesinde önemli olduğu vurgulanmıştır (Alahakoon ve ark., 2015). Kereviz suyu ve kereviz tozu, ilave edildiği et ürünlerinin duyusal özellikleri üzerine olumsuz bir etki göstermemesi sebebiyle, sıklıkla doğal kürleme ajanları olarak, kürlenmiş et ürünlerinin üretiminde kullanılmıştır. Kereviz tozunun yaklaşık %3 nitrat içerdiği belirlenmiştir (Sindelar ve ark., 2007).

Birçok bitkisel gıdanın; fenolik bileşenleri, organik asitleri ve flavonoidleri içermesi nedeniyle antioksidan ve antimikrobiyal rol oynayabileceği bildirilmiştir. Bu bileşenlerin; mikroorganizmaların hücre zarına zarar vererek, hücre bileşenlerinin dışarı sızmasına neden olduğu ve böylece mikroorganizmaların etkisiz hale geldiği veya yok edildiği belirlenmiştir (Oussalah ve ark., 2006). Bitkisel gıdalarda bulunan bu bileşenlerin; lipit oksidasyonunda serbest radikal zincir reaksiyonu için verici olarak rol aldığı böylelikle antioksidan özellik gösterdiği bildirilmiştir (O’Grady ve ark., 2006).

Et ve et ürünlerinin doğal olarak kürlenmesi, nitrat/nitritin ikame edilmesi veya azaltılmasına yönelik olarak yapılan bazı çalışmalar Çizelge 2.2; 2.3 ve 2.4’de özetlenmiştir.

Çizelge 2.2. Et ve et ürünlerinde nitrat/nitritin azaltılması veya ikame edilmesi ile ilgili yapılan çalışmalar

Örnek	***Alternatif nitrat/nitrit kaynağı***	***Çalışmadan elde edilen sonuç***	***Kaynaklar***
Frankfurter sosisi	Domates salçası	%12 domates salçası + 100 ppm sodyum nitrit içeren örneklerin, kontrol grubuna (150 ppm nitrit) göre renginin daha kırmızı ve kalıntı nitrit seviyesinin daha az olduğu belirlenmiştir.	Deda ve ark. (2007)
Ham	Kereviz tozu + *Staphylococcus carnosus*	Yapılan çalışmada, kereviz tozunun iki farklı seviyesi (%0.20 ve %0.35), starter kültür ve iki farklı inkübasyon süresi (0 dk ve 120 dk) söz konusu olup kontrol grubuna ise starter kültür ve sodyum nitrit ilave edilmiştir. Örneklerin renk değerleri arasındaki farklılık istatiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. % 0.35 düzeyinde kereviz tozu içeren grupta sebze aroması algılanmış olup bu grubun duyusal değerlendirme puanları düşük çıkmıştır. En yüksek kalıntı nitrit içeriği kontrol grubunda belirlenmiştir.	Sindelar ve ark. (2007)
Sosis (Çin'e özgü)	*Lactobacillus fermentum*	*L. fermentum* içeren örneklerin istenen renk oluşumu gerçekleşmiş, lezzet ve tekstürde herhangi bir olumsuzluk belirlenmemiş ve kalıntı nitrit miktarının azaldığı ifade edilmiştir.	Zhang ve ark. (2007)
Frankfurter sosisi	Kiraz tozu + limon tozu + sirke içeren ve mısır şurubu + sirke içeren karışım	Hazırlanan karışımlarla üretilen Frankfurter tipi sosislerde, depolama periyodunda (120 gün) *L. monocytogenes* gelişiminin önemli ölçüde önlendiği belirlenmiştir.	Schrader (2010)
Kurutulmuş et	Sebze suyu tozu + *Staphylococcus carnosus*	Sebze suyu tozu + *S. carnosus* ile doğal olarak kürlenen örneklerin kontrol grubuna (sodyum nitrit) göre daha düşük *a** değerlerine sahip olduğu ve lipid oksidasyonun daha ileri seviyede olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla doğal olarak kürleme uygulamasının arzu edilen etkileri sağlayamadığı bildirilmiştir.	Sindelar ve ark. (2010)
Sosis (Çin'e özgü)	Fermente edilmiş kırmızı pirinç	Sosis örneklerinin üretiminde 25 ppm sodyum nitrit + %1,5'a kadar miktarlarda kırmızı fermente pirinç kullanılmıştır. Doğal kürleme işlemi örneklerin renklerini iyileştirmiş, ancak lipid oksidasyonu ve mikrobiyal yükü kontrol grubuna (100 ppm nitrit) göre daha fazla çıkmıştır.	Liu ve ark. (2010)
Ham ve Frankfurter sosisi	Sebze suyu tozu + Sirke, limon ve kiraz tozu karışım (antimikrobiyal)	Ham ve Frankfurter'lerin alternatif olarak kürlenmesi üzerine yapılan çalışmada; doğal/organik olarak kürlenen ürünlerin, geleneksel olarak kürlenenlere göre daha fazla patojen gelişim potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir, ancak doğal antimikrobiyal bileşenlerin de eklenmesiyle ürünlerin mikrobiyal kalitesinin iyileştiği rapor edilmiştir.	Jackson ve ark. (2011a)
Ticari olarak satışa sunulan; Frankfurter sosisi Ham Bacon	Deniz tuzu + Kereviz tozu	Ticari olarak satışa sunulan Frankfurter, Ham ve Bacon'larda *C. perfringens* gelişimi incelenmiştir. Bu ürünler kendi içlerinde üç gruba ayrılmış olup bir grup doğal olarak kürlenmiş (deniz tuzu, kereviz tozu), diğer grup kürlenmemiş, üçüncü grup ise geleneksel kürleme (tuz, sodyum nitrit, sodyum fosfat, potasyum laktat, dekstroz) yöntemiyle üretilmiştir. Ayrıca tüm örnek gruplarına *C. perfringens* inokülasyonu yapılmıştır. Sonuç olarak; doğal olarak kürlenmiş ürünlerde, geleneksel olarak kürlenmiş ürünlere göre *C. perfringens*'in gelişiminin daha fazla olduğu belirlenmiştir.	Jackson ve ark. (2011b)

Çizelge 2.3. Et ve et ürünlerinde nitrat/nitritin azaltılması veya ikame edilmesi ile ilgili yapılan çalışmalar

Örnek	***Alternatif nitrat/nitrit kaynağı***	***Çalışmadan elde edilen sonuç***	***Kaynaklar***
Isıl işlem uygulanmış ve dilimlenmiş jambon	Sebze suyu tozu + *Staphylococcus carnosus*	Sebze suyu tozu ve *S. carnosus* ile kürlenen örneklerde istenen kürlenmiş ürün renginin elde edildiği belirtilmiştir. Kontrol grubunun (sodyum nitrit ile kürlenen örnekler) kalıntı nitrit içeriğinin en fazla olduğu belirlenmiştir. Lipid oksidasyonu açısından örnekler arasında farklılık gözlenmemiştir.	Krause ve ark. (2011)
Frankfurter sosisi	Kızılcık tozu Kiraz tozu Limon tuzu	Farklı miktarlarda kızılcık tozu, kiraz tozu, limon tuzu, sirke ve bunların karışımlarıyla üretilen örneklerin bazı kalite karakteristikleri ve *L. monocytogenes* sayıları incelenmiştir. %3 kızılcık tozu içeren örneklerin kürlenmemiş kontrol grubu örneklerine göre *L. monocytogenes* gelişimini önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir.	Xi ve ark. (2012)
Domuz karaciğer ezmesi (liver pâté)	Biberiye ekstraktı	Biberiye ekstraktı (0, 250, 500 ve 750 ppm) ile sodyum nitrit (40, 80 ve 120 ppm) kombinasyonunun örneklerin raf ömrü stabilitesi üzerine etkilerinin belirlendiği çalışmada; biberiye ekstraktı sayesinde lipid oksidasyonunda azalmalar gözlenmiştir. Biberiye ekstraktının ilave edilmesiyle, nitritin kulanım miktarının 80 ppm'e düşürülebileceği ifade edilmiştir.	Doolaege ve ark. (2012)
Frankfurter sosisi Jambon Ham	Deniz tuzu + Kereviz tozu	Doğal (deniz tuzu ve kereviz tozu ilavesiyle kürlenmiş) ve geleneksel olarak (sodyum nitrit) kürlenmiş ticari Frankfurter, jambon ve ham'lerde *C. perfringens ve L. monocytogenes* gelişimini etkileyen fizikokimyasal karakteristikler incelenmiştir. Jambonlarda kalıntı nitrat/nitrit miktarları ile *C. perfringens* gelişimi arasında önemli bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir.	Sullivan ve ark. (2012)
Domuz karaciğer ezmesi (liver pâté)	Sodyum askorbat	Sodyum askorbat (500, 750 ve 1000 ppm) ile sodyum nitrit (40, 80 ve 120 ppm) kombinasyonunun örneklerin raf ömrü stabilitesi üzerine etkilerinin belirlendiği çalışmada; sodyum askorbat ilavesi sayesinde nitrit miktarının 80 ppm veya 40 ppm'e düşürebileceği bildirilmiştir.	Vossen ve ark. (2012)
Domuz eti konservesi	Domates pulp tozu	Sodyum nitrit (%0.00, %0.05 ve %0.10) ile domates pulp tozu (%0.0, %1.5 ve %3.0) kombinasyonunun örneklerin fizikokimyasal, tekstürel ve duyusal özellikleri üzerine etkilerinin belirlendiği çalışmada; 50 ppm nitrite+%1.5 domates pulp tozu içeren örnek grubunun, 100 ppm nitrit içeren örnek grubuyla aynı etkileri sergilediği belirlenmiştir.	Hayes ve ark. (2013)
Dilimlenmiş Ham (jambon)	Sebze suyu tozu + Yüksek hidrostatik basınç	Yüksek hidrostatik basınç (3 dk-400 ve 3 dk-600 MPa) ile farklı kürleme ajanlarının (100 ve 200 ppm sodyum nitrit; 0, 50 ve 100 ppm nitrite dönüştürülmüş sebze suyu tozu; 100 ppm sebze suyu tozu) kombinasyonunun, örneklerde L. *monocytogenes* gelişimi üzerine etkileri belirlenmiştir. 600 MPa basınç ve 200 ppm sodyum nitrit içeren grup ile 600 MPa basınç ve 50 ppm sodyum nitrit içeren sebze suyu tozu içeren grup arasında L. *monocytogenes* sayıları bakımından farklılık tespit edilmemiştir.	Myers ve ark. (2013)

Çizelge 2.4. Et ve et ürünlerinde nitrat/nitritin azaltılması veya ikame edilmesi ile ilgili yapılan çalışmalar

Örnek	***Alternatif nitrat/nitrit kaynağı***	***Çalışmadan elde edilen sonuç***	***Kaynaklar***
Fermente sucuk (sausage)	Hibiskus (*Kitaibelia vitifolia*) ekstraktı	Çalışmada; sodyum nitrit içeren grup, 30.0 g/kg düzeyinde bitki ekstraktı içeren grup, 12.5 g/kg seviyesinde bitki ekstraktı içeren grup olmak üzere üç farklı örnek grubu hazırlanmıştır. Bitki ekstraktlarının sucuk örneklerinin duyusal özelliklerini etkilemediği ifade edilmiştir. Bitki ekstraktı ile üretilen örneklerin oksidasyon seviyesinin kontrol grubuna göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bitki ekstraktlarına karşı en hassas mikroorganizmanın *E. coli* olduğu tespit edilmiştir.	(Kurćubić ve ark., 2014)
Sosis	Ticari olarak satılan sebze tozu Turp tozu	Sebze tozu ve turp tozunda bulunan nitrat önceden nitrite dönüştürülmüş ve daha sonra sosislerin üretiminde nitrit kaynağı olarak kullanılmıştır. Turp tozunun doğal bir antioksidan ve antimikrobiyal ajan olduğu belirlenmiş olup ticari olarak satılan sebze tozuna göre daha iyi sonuçlar sergilediği ve doğal olarak kürlenmiş et ürünlerinin üretiminde kullanılabileceği ifade edilmiştir.	Ko ve ark. (2017)
Fermente Türk sucuğu	Kırmızı pancar tozu	150 ppm sodyum nitrit (kontrol); 100 ppm sodyum nitrit+ %0.12 pancar tozu; 50 ppm sodyum nitrit+%0.24 pancar tozu;%0.35 pancar tozu ile kürlenerek üretilen fermente sucukların 84 günlük depolama periyodunda bazı kalite karakteristikleri incelenmiştir. Pancar tozu ilavesinin örneklerin kırmızılık değerini artırdığı belirlenmiştir. Depolamanın sonunda kalıntı nitrit miktarı açısından örnek grupları arasında farklılık olmadığı tespit edilmiştir.	Sucu ve Turp (2018)
Sosis	Kereviz tozu Meyve ekstrakt tozu Patates tozu Meyve-sebze ekstrakt tozu Kırmızı gardenya Kırmızı biber ve yaban mersini tozu	Sodyum nitrit (kontrol); %0.80 kereviz tozu (T1); %0.60 meyve ekstrakt tozu (T2); %0.45 patates tozu (T3); %0.50 meyve-sebze ekstraktı tozu (T4); %0.04 kırmızı gardenya; %0.07 kırmızı biber ve yaban mersini tozu ile kürlenen sosislerin depolama periyodunda kalite karakteristikleri incelenmiştir. Kalıntı nitrit miktarının en fazla kontrol grubunda olduğu belirtilmiştir. Kontrol grubu örnekleri ile kereviz tozu içeren örneklerin pH değerleri, TBA sayıları ve toplam canlı sayıları bakımından farklılıkların istatistiksel açıdan önemsiz olduğu bildirilmiştir.	Jin ve ark. (2018)
Pastırma	Kereviz tozu	5 g nitrit/1 kg NaCl (kontrol); (2.5 g nitrit+50 g kereviz tozu)/1 kg NaCl; 100 g kereviz tozu/1 kg NaCl; 200 g kereviz tozu/1 kg NaCl olmak üzere hazırlanan 4 farklı kürleme tuzları ile pastırma örnekleri üretilmiştir. En fazla kalıntı nitrit içeriği kontrol grubunda belirlenmiştir. 100 g kereviz tozu içeren kürleme tuzu ile üretilen pastırma örneklerinin en düşük kalıntı nitrat/nitrit miktarlarını içerdiği belirlenmiş olup, kereviz tozu ile kürlemenin kalıntı nitrat/nitrit miktarlarını önemli düzeyde azalttığı belirtilmiştir.	Orhan (2019)

2.3.1. Dereotu

Dereotunun (*Anethum graveolens* L.), maydanozgiller familyası (Apiaceae) içinde yer aldığı, anavatanının Avrupa'nın güneyi ve Asya'nın batısı olduğu ve tek yıllık bir bitki olduğu bildirilmiştir. Ülkemizde Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerinde yetiştiği bildirilmiştir (Agarwal, 2008; Eştürk ve Soysal, 2010).

Dereotunun uçucu yağını elde etmek için, dünyada çoğu Avrupa ülkesinde ve Güney Amerika'da yetiştirildiği ifade edilmiştir (Agarwal, 2008). Ülkemizde baharat olarak sıklıkla yetiştirilen dereotunun meyvelerinin ilaç olarak kullanılabileceği bildirilmiştir. Dereotu meyvelerinin; özellikle karvonca zengin uçucu yağ, sabit yağ, ve fenolik maddeler içerdiği rapor edilmiştir. Dereotunun yapraklarının ise yemek, çorba, turşu ve salatalarda lezzet vermesi amacıyla kullanıldığı belirtilmiştir (Öztürk ve ark., 2004). Dereotu yapraklarının diyet lif, mineral ve protein içeriği açısından zengin olduğu belirlenmiştir (Rekha ve ark., 2010).

Dereotunun, asimetrik bir şeklinin olduğu, uzun köklere sahip olduğu ve küçük şemsiye görünümünde sarı çiçeklere (2-9 cm çap) ve belirgin bir biçimde ayrılmış yapraklara sahip bir bitki olduğu bildirilmiştir (Shyu ve ark., 2009; Koyuncu ve Lule, 2014). Dereotuna ait görsel Şekil 2.11'de verilmiştir.



Şekil 2.11. Dereotu yaprakları (solda) ve dereotu çiçeği (sağda)

Dereotu yapraklarının taze formunun 17-1832 ppm aralığında nitrat içerebileceği bildirilmiştir (Erkmen ve ark., 1990).

2.3.2. Ispanak

Ispanak (*Spinacia oleracea*) tek yıllık bir sebzedir ve anavatanı Asya olup, daha sonra Çin ve Avrupa'ya yayılmıştır. Ispanağın serin iklim koşullarında (sonbahar, kış ve ilkbaharın başı) yetiştiği ifade edilmiştir. Ülkemizin genellikle her bölgesinde (Doğu Karadeniz'de çok az) ıspanağın yetişebileceği bildirilmiştir (Vural ve ark., 2000). Ispanağa ait görsel Şekil 2.12'de verilmiştir.

Dünyada ve ülkemizde üretilen ve tüketilen ıspanağın en yüksek besleyicilik değere sahip sebzeler arasında yer aldığı ve demir içermesi nedeniyle çok sık tüketildiği bildirilmiştir (Koh ve ark., 2012; Ko ve ark., 2014; Öztekin ve ark., 2018; Singh ve ark., 2018; Bandian ve ark., 2019). Ispanağın antioksidanlar, A, C, E, K, B2 ve B6 gibi vitaminler ve mineraller bakımından zengin olduğu ifade edilmiştir (Jiraungkoorskul, 2016). Ispanağın (*Spinacia oleracea*) taze olarak, ısıl işlem uygulanmış haliyle (yemek) veya bazı toz (instant) gıdaların formülasyonlarında ıspanak tozu formunda kullanılabileceği bildirilmiştir (Karaaslan ve Tuncer, 2008).



Şekil 2.12. Ispanak

Taze ve kurutulmuş ıspanağın, nitrat kaynağı olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Gabaza ve ark., 2013). Erkmen ve ark. (1990) taze ıspanağın nitrat içeriğinin 140.50-1544.80 ppm aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Ispanak tozunun ortalama 22820 ppm nitrat içerdiği belirlenmiştir (Pagliano ve Mester, 2019). Sebranek

ve Bacus (2007), ıspanak suyunun nitrat içeriğinin yaklaşık olarak 3227 ppm olduğunu ifade etmişlerdir.

2.3.3. Maydanoz

Geçmişe ait kaynaklarda Mısırlıların, Romalıların ve Yunanlıların maydanozu hem güzel kokuya sahip olması nedeniyle ürettikleri ve tükettikleri hem de tıbbi ve baharat bitkisi olarak kullandıkları ifade edilmiştir. Günümüzde ise maydanozun; hemen hemen tüm dünya ülkelerinde üretilmekte ve tüketilmekte olduğu rapor edilmiştir (Vural ve ark., 2000; Agyare ve ark., 2017).

Maydanozun (*Petroselinum crispum* Mill.); *Apiaceae* familyasına ait, parlak, yeşil renkli, güzel kokulu ve tek yıllık bir bitki olduğu bildirilmiştir (Agyare ve ark., 2017). Maydanozun ılıman iklimlerde yetiştirildiği belirlenmiş olup, kazık köklü, uzunluğunun 30-100 cm aralığında değiştiği, gövdelerinin dik ve tüysüz olduğu, yapraklarının saplı, parçalı ve koyu yeşil renkli olduğu ifade edilmiştir (Zor, 2013). Şekil 2.13'te maydanoz bitkisine ait görsel verilmiştir.



Şekil 2.13. Maydanoz

Maydanozun taze formunun yaklaşık %85 su ve %15 kuru madde içerdiği belirlenmiş ve 100 g taze maydanozun 2.2 g protein, 0.3 g yağ ve 1.3 g karbonhidrat içerdiği belirlenmiştir. Kalsiyum, demir gibi mineraller ve A, B ve C vitaminlerini yüksek miktarda içerdiği bildirilmiştir (Ceylan ve ark., 2005; Özhan, 2010). Ayrıca maydanozun uçucu yağ, sabit yağ ve flavon glikozitlerini de içerdiği belirlenmiştir (Zor, 2013).

Maydanoz tozunun, baharat karışımlarında sıklıkla kullanıldığı belirtilmiştir. Maydanozun yüksek nitrat içeriği nedeniyle, kürlenmiş et ürünlerinin üretiminde doğal nitrat/nitrit kaynağı olarak bir alternatif olabileceği ileri sürülmüştür (Riel ve ark., 2017). Yapılan çalışmalarda; maydanozun nitrat miktarının 220-2813 ppm aralığında değiştiği belirlenmiştir (Dejonckheere ve ark., 1994; Lyons ve ark., 1994; Tamme ve ark., 2006; Tamme ve ark., 2010).

Riel ve ark. (2017), Mortadella tipi sosislerin üretiminde sodyum nitrite alternatif olarak maydanoz ekstraktını kullanmışlardır. Maydanoz ekstraktının etkisini belirlemek için sosislerin mikrobiyal, fizikokimyasal ve duyusal özelliklerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmalar sonucunda maydanoz ekstraktlarıyla üretilen sosislerin standart olarak üretilen sosislere (sodyum nitrit ilave edilen) göre daha az kalıntı nitrit içerdiği ve *L. monocytogenes*'in inhibisyonu açısından kontrol grubuna benzer sonuçlar elde edildiği ifade edilmiştir.

2.3.4. Pazı

Pazının (*Beta vulgaris* L. var. cicla); iri yapraklı bir sebze bitkisi olduğu bildirilmiştir. Pancara yakın akrabalığı bulunan, sap ve yaprak kısımlarının her ikisi de tüketilebilen pazının, iki senelik bir bitki olduğu ifade edilmiştir. Ilıman iklimde yetiştiği, anavatanının Akdeniz olduğu ve ülkemizde Ege-Marmara ve Akdeniz bölgelerinde yetiştiği belirlenmiştir (Şeniz, 1995; Eşiyok, 2007). Pazıya ait görsel Şekil 2.14'te verilmiştir.



Şekil 2.14. Pazı

Pazının mineral madde içeriği bakımından fakir olduğu, ancak vitamin içeriği açısından zengin olduğu belirlenmiştir. Yüksek miktarda A ve C vitamini içerdiği belirtilmiştir (Pokluda ve Kuben, 2002; Alibas ve Okursoy, 2012). Ayrıca pazının; palmitik, sitrik, oleik, linoleik asit gibi uçucu yağ asitlerini ve folik asit, pektin, askorbik asit, fosfolipit, glikolipit ve polisakkaritleri de içerdiği ifade edilmiştir (Bolkent ve ark., 2000).

Son zamanlarda, pazının kurutulmuş formunun (pazı tozu) doğal bir nitrat kaynağı olarak et ürünlerinde kullanılabileceği bildirilmiştir. Pazının, kereviz tozu gibi % 3.0-3.5 nitrat içerdiği ve kürlenmiş et ürünlerinin üretiminde %0.15-0.30 düzeyinde kullanılması gerektiği vurgulanmıştır. Daha yüksek kullanım düzeylerinin duyusal özellikleri olumsuz etkileyebileceği bildirilmiştir (Sebranek ve ark., 2012). Kereviz tozunun bazı alerjenleri içerdiği bildirilmiş olup (Riel ve ark., 2017); pazının alerjen içermemesi, önemli bir avantaj olarak değerlendirilmiştir (Sebranek ve ark., 2012). Taze pazının nitrat içeriğinin 324-3003 ppm aralığında değişim gösterdiği farklı araştırıcılar tarafından belirlenmiştir (Santamaria ve ark., 1999; Herencia ve ark., 2007; Authority, 2008; Parks ve ark., 2008; Matallana González ve ark., 2010).

Shin ve ark. (2017), sentetik sodyum nitrit alternatifi olarak önceden nitrite dönüştürülmüş pazı ve kereviz tozlarını domuz eti köftesi üretiminde kullanmışlardır. Isıl işlem uygulanmış köfte örneklerinin, depolama periyodunda renk ve depolama stabiliteleri incelenmiştir. Pazı tozu içeren örneklerin, oksidasyon seviyesini azalttığı, %2 pazı tozu içeren örneklerin duyusal değerlendirmede en yüksek puanları aldığı belirlenmiştir. Sonuç olarak; pazı tozunun, et ürünlerinin üretiminde sodyum nitrite alternatif olabileceği vurgulanmıştır.

Nasonova ve Tunieva (2017); sosis üretiminde sodyum nitrit yerine pazı tozu ile kürlemenin, renk ve aroma oluşumu üzerine etkilerini incelemişlerdir. Pazı tozu ile üretilen sosislerin renk stabilitesinin, kontrol (sodyum nitrit) örneklerine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Pazı tozu ile kürlenen sosislerin nitrat içeriklerinin; kontrol grubuna göre 2.0-2.2 kat daha fazla olduğu belirlenmiş, ancak çalışmada üretilen tüm sosislere ait nitrat ve nitrit miktarlarının yasal yönetmeliğe uygun olduğu da ifade edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Et ve Yağ

Sucukların üretiminde kullanılan sığır etleri ve yağları Panagro Et-Süt Entegre Gıda Tesisleri'nden (Konya) temin edilmiştir. İki yaş civarında tosun karkaslarının farklı bölgelerinden alınan etler (tüm gövdeyi temsil etmesi amacıyla) ve yağlar, soğuk hava depolarında dinlendirildikten sonra kullanılmıştır.

3.1.2. Katkı maddeleri, kürleme ajanları, starter kültür ve kılıf

Sucuk formülasyonlarına ilave edilen diğer katkı maddeleri (sarımsak, kimyon, kırmızıbiber, karabiber, tuz) Konya piyasasındaki işletmelerden temin edilmiştir. Kontrol grubu sucukların üretiminde kullanılmış olan kimyasal sodyum nitrat ve sodyum nitrit, üretici firmadan (Merck, Almanya) temin edilmiştir. Sucukların üretiminde starter kültür olarak; *Pediococcus pentosaceus* ve *Staphylococcus carnosus*'un karışımı (BFL-T03, Christian Hansen, Hoersholm, Danimarka) kullanılmıştır. Sucuk hamurlarının dolumu kollajen kılıflara (38 kalibre) yapılmıştır.

Sucuk formülasyonlarına doğal alternatif kürleme ajanı olarak ilave edilen dereotu (*Anethum graveolens* L.), ıspanak (*Spinacia oleracea*), maydanoz (*Petroselinum crispum* Mill.) ve pazı (*Beta vulgaris* L. var. cicla) taze olarak temin edilmiştir. Bu sebzeler Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Laboratuvarları'nda kurutulduktan (oda şartlarında) sonra, öğütülüp toz formuna dönüştürülmüştür. Elde edilen sebze tozları kullanımdan önce 115 ^{o}C'de 2.5 saat sterilize edilmiştir.

Üretilen sucuklar modifiye atmosfer paketleme (MAP) tekniği ile muhafaza edilmiştir. Sucukların yerleştirildiği sert plastik küvet (alt folyo) (kalınlık 700 μ); Polivinil klorür + Polietilen + Etilen vinil alkol kopolimer + Polietilen (PVC + PE + EVOH + PE) kombinasyonundan oluşmuştur (Oksijen geçirgenligi: 2.0 cc/gün/m^2/ atm; su buharı geçirgenliği 10 g/gün/m^2). Küvetin üstünü örtmek için kullanılan folyo (üst folyo) (kalınlık 70 μ) ise; PET **(**Polietilen tereftalat) + COEX EVOH + PE

kombinasyonundan oluşmuştur (Oksijen geçirgenligi: 2.0 cc/gün/m^2/atm; su buharı geçirgenliği 10 g/gün/m^2). MAP ile ambalajlamada kullanılan gaz konsantrasyonları ise % 29.7 CO_2 + %0.3 O_2 + %70.0 N_2'dir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Sucuk formülasyonu ve üretim

Sucuk hamurları, Çizelge 3.1'de verilen formülasyona göre hazırlanmış olup üretim Panagro Et ve Süt Entegre Tesisleri'nde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırmamızda üretilen farklı sucuk formülasyonları (10 kg et için)

Formülasyon	Örnek Grupları					
	Nitrat (Nat)*	Nitrit (Nit)*	Dereotu (D)*	Ispanak (I)*	Maydanoz (M)*	Pazı (P)*
Et (kg)	10	10	10	10	10	10
Yağ (kg)	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46
Sarımsak (g)	386	386	386	386	386	386
Tuz (NaCl) (g)	200	200	200	200	200	200
Kürleme ajanı* (g)	1	1	71.21	28.66	117.02	26.12
Karabiber (g)	45	45	45	45	45	45
Kırmızıbiber acı (g)	90	90	90	90	90	90
Kırmızıbiber tatlı (g)	75	75	75	75	75	75
Kimyon (g)	196	196	196	196	196	196
Yenibahar (g)	30	30	30	30	30	30
Toz karanfil (g)	3	3	3	3	3	3
Dekstroz (g)	15	15	15	15	15	15
Askorbik asit (g)	3	3	3	3	3	3
Starter kültür (g)**	5	5	5	5	5	5

* Kürleme ajanı olarak her bir grup için sırasıyla sodyum nitrat (Nat), sodyum nitrit (Nit), dereotu tozu (D), ıspanak tozu (I), maydanoz tozu ve pazı tozu kullanılmıştır. 100 ppm düzeyinde sodyum nitrat ve sodyum nitrit eklenmiştir. Sebze tozları ise 100 ppm nitrat/nitrit eşdeğeri olacak miktarlarda (dereotu tozu %0.71; ıspanak tozu %0.29; maydanoz tozu %1.17; pazı tozu %0.26) ilave edilmiştir.

** Sucuk hamurlarına ilave edilen starter kültür miktarları 10^7 kob/g'dır.

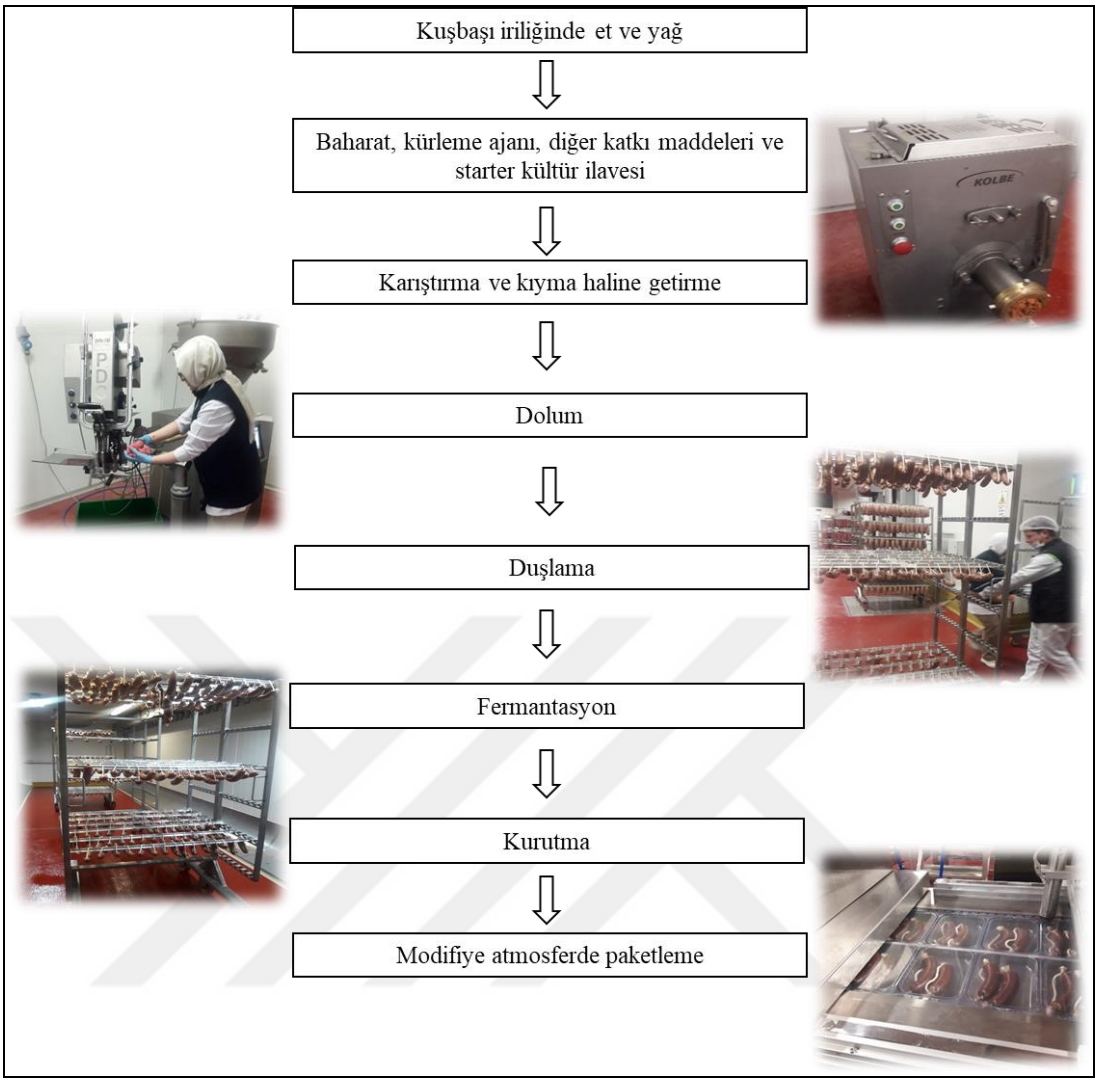
Soğutulmuş etler ve yağlar, kuşbaşı haline getirilmiş ve karıştırılmıştır. Üzerine formülasyonda (Çizelge 3.1) belirtilen katkı maddeleri ilave edilip kıyma makinesinden geçirilmiştir. Karışım altı ayrı gruba ayrılmış ve her bir grup sucuk hamuruna ayrı ayrı nitrat (Nat), nitrit (Nit) ve sebze tozları ilave edilip teker teker karıştırılmıştır. Hazırlanan altı ayrı grup sucuk hamurunun dolum işlemi ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Her bir karıştırma ve dolum işleminden sonra makinalar yıkanıp temizlenmiştir. Dolumu yapılan her bir grup sucuk örnekleri etiketlenmiş, duşlanmış ve sonra olgunlaştırma kabinlerinde (sıcaklık, rutubet ve hava akım hızı kontrollü oda) pH

değerleri 5.2-5.3'lere düşünceye kadar fermantasyona tabi tutulmuştur. Sucukların üretiminde starter kültür olarak; *Pediococcus pentosaceus* ve *Staphylococcus carnosus* kullanılmıştır (özellikle nitratın nitrite indirgenmesi amacıyla). Daha sonra kurutma aşamasına geçilmiş olup, sucukların nem içerikleri %33-35 seviyesine ininceye kadar olgunlaştırma kabinlerinde bekletilmiştir. Sucukların üretiminde kullanılan fermantasyon ve kurutma şartları (sıcaklık, nispi nem, hava akım hızı, süre) Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Sucukların üretiminde uygulanan fermantasyon ve kurutma şartları

Üretim Aşaması	Sıcaklık (ºC)	Nispi nem (%)	Hava akım hızı (m/s)	Süre-Şart
Fermantasyon	24	90	0.5	12 saat
Fermantasyon	20	85	0.5	12 saat
Fermantasyon	18	80	0.5	12 saat (pH 5.2-5.3'e ininceye kadar)
Kurutma	14	70	0.5	12 saat
Kurutma	14	50	0.5	12 saat
Kurutma	11	50	0.5	96 saat (nem içerikleri %33-34'e ininceye kadar)

Fermantasyon ve kurutma (üretim/olgunlaştırma süreci) aşamalarından sonra tüketime hazır hale gelmiş sucuklar (üretim sürecinin 7. gününde) MAP ile ambalajlanmış ve 4 ºC'de 3 ay süreyle depolanmıştır. Sucukların üretimine ait üretim akış şeması Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Sucuk üretim akış şeması

3.2.2. Deneme planı ve örnekleme

Oluşturulan sucuk hamurları nitrat/nitrit kaynakları bakımından 6 farklı gruba ayrılmış olup, diğer katkı maddeleri ve üretim yöntemi/şartları açısından bu gruplar arasında farklılık/farklılıklar olmamıştır. Birinci ve ikinci grup sırasıyla kimyasal/sentetik katkı maddeleri olan; 100 ppm sodyum nitratı (Kontrol I) ve 100 ppm sodyum nitriti (Kontrol II) içermiştir. Diğer dört grup ise; doğal nitrat kaynakları içeren dereotu, ıspanak, maydanoz ve pazı tozlarının ilavesiyle hazırlanmıştır. Sucuk formülasyonlarına, sebze tozları 100 ppm nitrat içerecek miktarlarda ilave edilmiştir.

Sucukların üretiminde kullanılan etlerde ve sucuk hamurlarında; nem, protein, toplam yağ, toplam kül, su aktivitesi, pH, renk, thiobarbitürik asit (TBA) sayısı analizleri ve toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), maya-küf, laktik asit bakterileri

(LAB) ve Koliform grubu bakterilerin sayımları yapılmıştır. Sebze tozlarında ise; nem, su aktivitesi, pH, nitrat, toplam diyet lif ve renk analizleri yapılmıştır.

Sucukların üretim sürecinin 1., 3., 5. ve 7. günlerinde; nem, pH, renk, su aktivitesi, nitrat, nitrit, titrasyon asitliği, toplam mezofilik aerobik bakteri, maya-küf, laktik asit bakterileri ve Koliform grubu bakterilerin sayımları yapılmıştır. Sucukların üretim sürecinin başında (1. gün) ve sonunda (7. gün) nitrosomyoglobin içerikleri belirlenmiştir. Üretim sürecinin 3., 5. ve 7. günlerinde, tekstür profil analizleri gerçekleştirilmiştir.

Tüketime hazır hale gelen her bir gruptaki sucuk örneklerinde genel kompozisyonu belirlemek için nem, protein, toplam yağ, toplam kül, pH, titrasyon asitliği ve su aktivitesi analizleri gerçekleştirilmiştir.

Tüketime hazır hale gelen sucukların depolama periyodunun 1., 15., 30., 45., 60., 75. ve 90. günlerinde pH, renk, kalıntı nitrat, kalıntı nitrit, TBA sayısı ve tekstür profil analizleri yapılmıştır. Nitrosomyoglobin miktarı analizleri; 1., 30., 60. ve 90. günlerde yapılmıştır. Depolama periyodunun 1., 45. ve 90. günlerinde ise; toplam mezofilik aerobik bakteri, maya-küf, laktik asit bakterileri ve Koliform grubu bakterilerin sayımları yapılmıştır. Ayrıca 15. günde sucuk örneklerinde, duyusal analiz gerçekleştirilmiştir.

Denemeler; iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve analizler her bir tekerrürde üç paralel olacak şekilde yürütülmüştür. Böylece analizler için her bir parametre, faktöriyel deneme desenine göre $6 \times 3 \times 2 = 36$ örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmamıza ait deneme deseni, Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Araştırmaya ait deneme deseni

Sebze Tozu Çeşitleri	**Üretim (Olgunlaştırma) Süreci (Analiz Günleri)**	**Depolama periyodu (Analiz Günleri)**
Kontrol I (nitrat) (Nat)	1. Gün 3. Gün 5. Gün 7. Gün	1. Gün 15. Gün 30. Gün 45. Gün 60. Gün 75. Gün 90. Gün
Kontrol II (nitrit) (Nit)	1. Gün 3. Gün 5. Gün 7. Gün	1. Gün 15. Gün 30. Gün 45. Gün 60. Gün 75. Gün 90. Gün
Dereotu tozu (D)	1. Gün 3. Gün 5. Gün 7. Gün	1. Gün 15. Gün 30. Gün 45. Gün 60. Gün 75. Gün 90. Gün
Ispanak tozu (I)	1. Gün 3. Gün 5. Gün 7. Gün	1. Gün 15. Gün 30. Gün 45. Gün 60. Gün 75. Gün 90. Gün
Maydanoz tozu (M)	1. Gün 3. Gün 5. Gün 7. Gün	1. Gün 15. Gün 30. Gün 45. Gün 60. Gün 75. Gün 90. Gün
Pazı tozu (P)	1. Gün 3. Gün 5. Gün 7. Gün	1. Gün 15. Gün 30. Gün 45. Gün 60. Gün 75. Gün 90. Gün

3.2.3. Fizikokimyasal analiz yöntemleri

3.2.3.1. Nem tayini

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

3.2.3.2. 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 berraklaşıncaya 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).

3.2.3.3. 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).

3.2.3.4. Toplam kül tayini

Porselen krozelere örneklerden yaklaşık 1 g tartılmış ve 525±2 ºC'deki kül fırınında sabit ağırlığa gelinceye kadar tutulmuştur. Krozeler desikatöre alınıp oda sıcaklığına geldikten sonra tartılmış ve örneklerin toplam kül içerikleri (%) belirlenmiştir (AOAC, 2000).

3.2.3.5. pH tayini

Homojen hale getirilmiş her bir sucuk örneğinden 10 g alınarak üzerine 90 ml saf su ilave edilmiştir. Uygun bir karıştırıcı ile 1 dakika homojenize edildikten sonra, pH metre ile örneklerin pH değerleri belirlenmiştir (Gökalp ve ark., 1999).

3.2.3.6. Titrasyon asitliği tayini

10 g örnek ve 90 ml saf su ile homojenizatörde 60 saniye karıştırılarak homojenize edilmiş ve pH değeri 8.3'e ulaşıncaya kadar 0.1 N NaOH çözeltisi ile titrasyon yapılmıştır. Mililitre cinsinden harcanan NaOH miktarı belirlenmiş ve örneklerin titrasyon asitliği "%laktik asit" cinsinden hesaplanmıştır (Keller ve ark., 1974).

3.2.3.7. Su aktivitesi (a_w) tayini

Sucuk örneklerinin su aktivitesi (a_w) değerleri, su aktivitesi cihazıyla (Testo, Germany) ölçülmüştür. Örnekler cihazın haznesine yerleştirildikten sonra monitörden okunan değerler kaydedilmiştir (Troller, 2012).

3.2.3.8. Thiobarbütirik asit (TBA) sayısı analizi

Örneklerdeki oksidatif acılaşmanın belirlenmesi amacıyla belirli ekstraksiyon aşamalarından sonra spektrofotometrede 530 nm'de örneklerin absorbansları belirlenmiş ve örneklere ait TBA sayıları mg Malondialdehit (MDA)/kg örnek olarak hesaplanmıştır (Gökalp ve ark., 1999).

3.2.3.9. Kalıntı nitrat analizi

Sucuklardaki kalıntı nitrat içeriğinin ve sebze tozlarındaki nitrat içeriğinin analizi, Cortesi ve ark. (2015) tarafından verilen yönteme göre yapılmıştır. Örneklerdeki nitrat içeriği, kadmiyum sülfat aracılığıyla indirgenerek sonuçlar elde edilmiştir. Örneklerin kalıntı nitrat miktarlarının hesaplanması için standart kurve kullanılmış ve

ölçülen absorbans değerleri esas alınarak hesaplanmıştır. Sonuçlar; ppm (mg/kg) $NaNO_3$ olarak verilmiştir.

3.2.3.10. Kalıntı nitrit analizi

Sucuklarda kalıntı nitrit analizi Cortesi ve ark. (2015) tarafından verilen yönteme göre yapılmıştır. Örneklerin kalıntı nitrit miktarlarının hesaplanması için standart kurve kullanılmış ve ölçülen absorbans değerleri esas alınarak hesaplanmıştır. Sonuçlar ppm (mg/kg) $NaNO_2$ olarak verilmiştir.

3.2.3.11. Nitrosomyoglobin (NOMb) miktarı analizi

Toplam pigment ve kürlenmiş pigment miktarı; Zaika ve ark. (1976)'na göre belirlenmiştir. Her bir sucuk örneğinden kahverengi renkli şişelere 10 g tartılmış ve üzerlerine 43 ml çözelti (40 ml aseton, 2 ml saf su, 1 ml derişik HCl) ilave edilmiştir. Karıştırılan örnekler 1 saat karanlıkta bekletilmiş ve daha sonra süzme işlemi yapılmıştır. Süzüntülerin absorbansı 640 nm'de (şahite karşı) okunmuştur. Okunan absorbansın 680 ile çarpılması sonucu toplam pigment miktarı ppm cinsinden hesaplanmıştır (Toplam pigment (ppm)).

Kürlenmiş pigment analizi için sucuk örneklerinden 10'ar g kahverengi renkli şişelere tartılmıştır. Üzerine 43 mL çözelti (40 ml aseton, 3 ml saf su içeren karışım) ilave edilmiş ve 5 dk hızla çalkalanıp süzülmüştür. Süzüntülerin absorbansları 540 nm'de (köre karşı) okunmuştur. Kürlenmiş pigment miktarı, okunan absorbansların 290 ile çarpılması sonucu hesaplanmıştır (NoMb (ppm)), ppm cinsinden nitrosomyoglobin bileşenlerinin miktarı, 290 ile çarpılarak hesaplanmıştır (NOMb (ppm)). Nitrosomyoglobinin (%) hesaplanması ise aşağıda formüle göre yapılmıştır.

$$\%NOMb = [NOMb\ (ppm) / Toplam\ pigment\ (ppm)]x100$$

3.2.3.12. Renk analizi

Örneklerin renk değerleri kolorimetre cihazı (CR-400 Minolta Co, Osaka, Japan) kullanılarak belirlenmiştir. *L**, *a** ve *b** değerleri üç boyutlu renk ölçümünü esas alan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIELab (Commision Internationele de I'E Clairage) tarafından verilen kriterlere göre yapılmıştır (Hunt ve ark., 1991). Sucuk

örneklerinde renk ölçümleri iç kesit (sucuklar dilimlendikten sonra dilimlerde) ve dış kesit yüzeylerinden yapılmıştır. Çalışmada renk analizi için hazırlanmış örneklere ait görsel Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Renk analizi için hazırlanan sucuk örnekleri

3.2.3.13. Tekstür profil analizi (TPA)

Tekstür profil analizi için; sucuk örnekleri 1.5 cm yüksekliğinde dilimlenmiş ve analizler oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Tekstür profil analizleri her bir örnek grubu için 5 paralel olarak yürütülmüştür. Örneklerin tekstürel özelliklerini belirlemek için 50 kg yük hücresine (load cell) sahip Tekstür Analiz Cihazı (TA-HD Plus Texture Analyser, Stable Microsystems, UK) kullanılmıştır. Analizin gerçekleştirilmesi için sıkıştırma (kompresyon) testi kullanılmış ve uygulanan analize ait parametreler Çizelge

3.4.'de verilmiştir (Crehan ve ark., 2000; Herrero ve ark., 2007). Yapılan çalışmada, tekstür profil analizinin sucuk diliminde gerçekleştirilmesine ilişkin görsel Şekil 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Tekstür Profil Analizinde uygulanan test ayarları

Test parametreleri	Parametrelere ait değerler
Sıkıştırma oranı (strain, compression)	%50
Test öncesi hız (pre-test speed)	1 mm/s
Test hızı	5 mm/s
Test sonrası hız (post-test speed)	5 mm/s
Bekleme zamanı (time)	0.1 s

Cihaza ait yazılım programı yardımı ile (Exponent, Version 6,1,15,0) örneklere ait okumalar yapılmış ve sonuçlar hesaplanmıştır. Tekstür profil analizi sonucunda sucuk örnekleri için aşağıdaki tekstürel parametreler belirlenmiştir:

- Sertlik (hardness, N),
- İç yapışkanlık (adhesiveness, Nxmm),
- Dış yapışkanlık (cohesiveness),
- Elastikiyet (springiness, mm),
- Sakızımsılık (gumminess, N),
- Çiğnenebilirlik (chewiness, Nxmm),
- Geri kazanım (resilience).



Şekil 3.3. Sucuk örneklerinde Tekstür Profil Analizinin gerçekleştirilmesi

3.2.3.14. Toplam diyet lif tayini

Sebze tozlarındaki toplam diyet lifi miktarının belirlenmesi, American Association of Community Colleges tarafından önerilen yönteme göre yapılmıştır (AACC, 2000).

3.2.4. Mikrobiyolojik analiz yöntemleri

Steril stomacher torbalarına aseptik şartlarda sucuk örneklerinden 10'ar g tartılmış, üzerine 90 mL Ringer çözeltisi (Ringer Tablet, Merck, Germany) ilave edilmiş ve homojen bir karışım elde edilinceye kadar karıştırılmıştır. Bu karışımdan; steril ringer çözeltisi ile dilüsyonlar hazırlanmıştır. Uygun dilüsyonlardan mikrobiyolojik ekimler yapıldıktan sonra oluşan koloniler sayılmış ve sayım sonuçları log kob/g sucuk olarak verilmiştir (Gökalp ve ark., 1999).

3.2.4.1. Toplam Mezofilik Aerobik bakteri sayımı (TMAB)

Plate Count Agar (PCA, Merck, Germany) besiyerine, dökme plak yöntemine göre ekim yapılmış ve 37 ºC'de 48 saatlik inkübasyondan sonra oluşan koloniler sayılmıştır (Gökalp ve ark., 1999).

3.2.4.2. Toplam Laktik Asit bakteri sayımı (LAB)

De Man Rogosa Sharpe Agar (MRS Agar, Merck, Germany) besiyerine, yayma yöntemiyle ekim yapılmış ve 30 ºC'de 48 saatlik anaerobik (Anaerocoult A, Merck) inkübasyondan sonra Katalaz (-) koloniler sayılmıştır (Gökalp ve ark., 1999).

3.2.4.3. Toplam Maya-Küf sayımı (TMK)

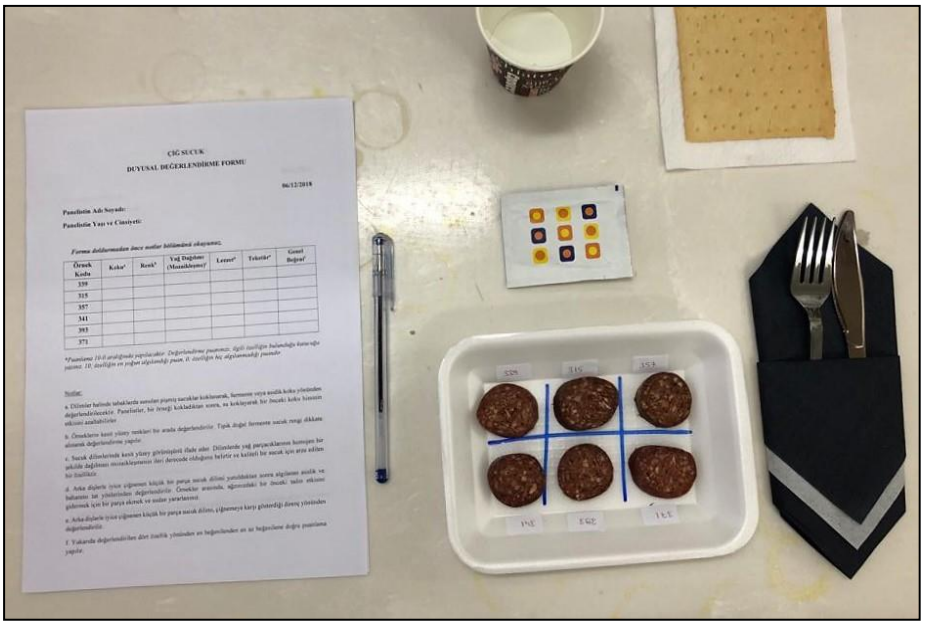
Maya ve küf sayımı için, % 10'luk laktik asit içeren Potato Dextrose Agar (PDA, Merck, Germany) besiyerine, yayma yöntemiyle ekim yapılmış ve 25 ºC'de 5 günlük inkübasyondan sonra küf ve maya kolonilerinin sayımları yapılmıştır (Gökalp ve ark., 1999).

3.2.4.4. Toplam Koliform grubu bakteri sayımı

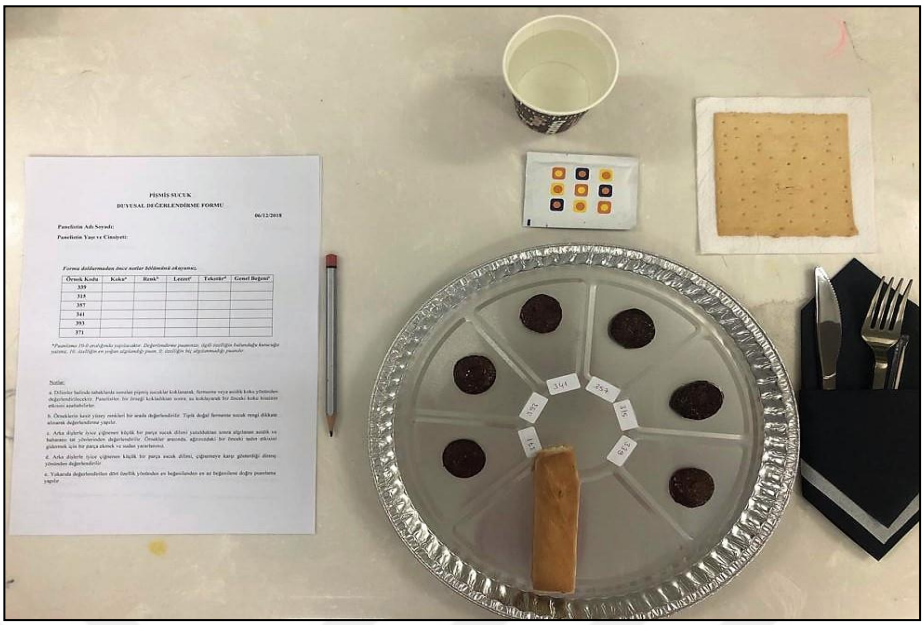
Toplam Koliform grubu bakterilerin sayımında: Violet Red Bile Agar (Difco B12) besi yeri kullanılmıştır. 30±1 ºC'de 24 saat inkübe edilerek oluşan tipik koloniler sayılmıştır (Sagdic ve ark., 2011).

3.2.5. Duyusal analiz

Duyusal analiz; panelistlerin duyusal değerlendirmesini mümkün olduğunca olumlu/olumsuz etkilemeyecek bir ortamda (iyi havalandırılmış, aydınlık, rahatsızlık verici koku içermeyen) yapılmıştır. Pişmiş ve çiğ sucukların çeşitli duyusal özelliklerini belirlemek amacıyla panele yarı eğitilmiş 13 panelist katılmıştır. Panelistler örnekleri beğeni durumlarına göre, Hedonik skalayı değerlendirmişlerdir (Gökalp ve ark., 1999). Panelistler çiğ sucukların koku, renk, yağ dağılımı (mozaikleşme), lezzet, tekstür ve genel beğeni; pişmiş sucukların ise koku, renk, lezzet, tekstür ve genel beğeni parametrelerini değerlendirmişlerdir. Panelistlere sunulan çiğ sucuk örneklerine ait duyusal değerlendirme formu Ek-1'de, pişmiş sucuk örneklerine ait duyusal değerlendirme formu ise Ek-2'de verilmiştir. Duyusal analizde panelistlere sunulan formlar ve sunum düzeni; çiğ sucuk duyusal paneli için Şekil 3.4.'de, pişmiş sucuk duyusal paneli için Şekil 3.5.'de verilmiştir.



Şekil 3.4. Çiğ sucuk duyusal analiz paneline ait sunum düzeni



Şekil 3.5. Pişmiş sucuk duyusal analiz paneline ait sunum düzeni

3.2.6. İstatiksel analizler

Elde edilen verilere; tesadüf parselleri deneme tertibinde faktöriyel deneme desenine göre MINITAB release 18.0 programı kullanılarak, Varyans Analizi uygulanmıştır (Snedecor ve Cochran, 1980). Grup ortalamaları arasındaki farklılıkların istatiksel açıdan önem derecesini belirlemek için Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Analitik Bulgular

4.1.1. Sucuk üretiminde kullanılan et-yağ karışımına ait bulgular

Araştırmada sucukların üretiminde kullanılan et-yağ karışımının nem (%), protein (%), yağ (%), kül (%) içerikleri ve pH, su aktivitesi, *L**, *a**, *b** değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Ayrıca et-yağ karışımına ait toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), maya-küf, Koliform grubu bakteri ve laktik asit bakteri (LAB) sayımı sonuçları da Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Et-yağ karışımının bazı fizikokimyasal ve mikrobiyal parametrelerine ait değerler*

Fizikokimyasal parametreler	*Et-yağ karışımı*	*Renk parametreleri*	*Et-yağ karışımı*
Nem (%)	48.98±0.66	*L**	47.27±1.02
Protein (%)	15.71±0.19	*a**	11.01±2.30
Toplam yağ (%)	34.44±0.01	*b**	21.64±0.29
Toplam kül (%)	0.79±0.02	*Mikrobiyal parametreler*	*Et-yağ karışımı*
pH	5.91±0.04	TMAB (log kob/g)	5.93±0.02
Su aktivitesi	0.989±0.01	Maya-Küf (log kob/g)	3.24±0.41
TBA sayısı (mg MDA/ kg örnek)	0.274±0.02	Koliform (log kob/g)	2.05±0.38
		LAB (log kob/g)	4.79±0.12

*Ortalama±standart sapma

Candoğan (2009); sucuk üretiminde kullandığı etin pH değerini 5.87, nem içeriğini % 59.90, protein içeriğini % 16.84, yağ içeriğini % 23.91 ve kül içeriğini ise % 1.15 olarak belirlemiştir. Ünal ve ark. (2014); sucuk üretiminde kullandıkları etin ortalama nem, protein, yağ ve kül içeriklerini sırasıyla % 66.75, % 18.19, % 13.19 ve % 0.93 olarak belirlemişler ve pH değerinin 5.97 olduğunu rapor etmişlerdir. Bir başka çalışmada ise; sucuk üretiminde kullanılan etin kimyasal bileşiminde; % 62.95 nem, % 17.68 protein, % 16.52 yağ ve % 0.68 kül bulunduğu ifade edilmiştir (Kozan, 2018). Şahin (2019), köfte üretiminde kullandığı etin; % 59.86 nem, % 18.56 protein, % 20.26 yağ ve % 0.87 kül içerdiğini rapor etmiştir.

Li ve ark. (2018), sığır eti kıymasının su aktivitesi değerinin 0.992 olduğunu rapor etmişlerdir. Zikirov (2014); sığır etinin TBA sayısını 0.47 mg MDA/kg örnek şeklinde belirlemiş olup, Uzun (2019) ise; sığır eti kıymasında TBA sayısını 0.293 mg

MDA/kg örnek olarak tespit etmiştir. Bir başka çalışmada ise sığır eti kıymasının TBA sayısı 0.41 mg MDA/kg örnek olarak belirlenmiştir (Öz ve ark., 2017).

Kodal (2008); sığır eti kıymasının L^* değerini 52.85, a^* değerini 20.44 ve b^* değerini 13.97 olarak belirlemiştir. Öztürk (2009) ise; sığır eti kıymasının L^*, a^* ve b^* değerlerinin sırasıyla 53.49, 16.37 ve 13.93 olduğunu rapor etmiştir. Cooper ve ark. (2017); sığır eti L^* değerinin 42.33-42.96, a^* değerinin 13.49-22.14 ve b^* değerinin de 15.09-18.61 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Fik ve Leszczyńska-Fik (2007), sığır eti kıymasının toplam mezofilik aerobik bakteri sayısını 3.2 log kob/g ve laktik asit bakteri sayısını ise 3.9 log kob/g olarak belirlemişlerdir. Candoğan (2009), sığır eti kıymasının TMAB, Koliform grubu bakteri ve LAB sayılarını sırasıyla, 6.92, 4.70 ve 4.24 log kob/g olarak belirlemiştir. Sığır etinden üretilen köfteler üzerine yapılan bir çalışmada maya-küf sayısının 2.16 log kob/g olduğu ifade edilmiştir (Çağlar, 2014).

Çalışmamızda belirlenen nem, protein, kül içerikleri, L^* ve a^* değerleri yukarıda belirtilen çalışmalara göre daha düşük çıkmış olup, yağ içeriği ve b^* değeri ise daha yüksek olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmada, sucuk üretiminde kullanılan et-yağ karışımının fizikokimyasal özellikleri belirlendiğinden, elde edilen sonuçların bahsi geçen çalışmalardan farklı olmasının muhtemel nedeninin yüksek yağ içeriği olduğu düşünülmektedir. Diğer bir taraftan, hayvanın kesiminden kıyma haline gelinceye kadar geçen aşamaların herbiri (sıcaklık, ortam nispi rutubeti, hijyen koşulları, süre, vb.), etin mikrobiyal özelliklerinde değişiklikler meydana getirmesi sebebiyle, et örnekler arasında mikrobiyolojik açıdan farklılıklar gözlemlenebilmektedir.

4.1.2. Sebze tozlarına ait bulgular

Araştırmada kullanılan sebze tozlarının; nem, nitrat, diyet lif içerikleri ve su aktiviteleri, L^*, a^* ve b^* değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çalışmada kullanılan dereotu, ıspanak, maydanoz ve pazı tozlarının ortalama nem içeriklerinin % 1.56-3.19, nitrat miktarlarının 8545-38726 ppm, toplam diyet lif içeriklerinin % 37.87-42.36, su aktivitesi değerlerinin 0.097-0.127, pH değerlerinin ise 5.10 ile 5.85 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca sebze tozlarının L^*, a^* ve b^* değerlerinin sırasıyla 43.00 ile 50.51, -0.47 ile 2.09, 21.02 ile 24.76 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çalışmada kullanılan sebze tozları, sucuk üretiminde kullanılmadan önce sterilize edildiği için, toplam mezofilik aerobik bakteri, maya-küf, Koliform grubu bakteri ve laktik asit bakteri sayısı analizlerinde herhangi bir üreme gözlenmemiştir.

Çizelge 4.2. Sebze tozlarının ortalama nem, nitrat, diyet lif içerikleri ve su aktivitesi, *L**, *a** ve *b** değerleri

Analizler	Sebze Tozları			
	Dereotu tozu	Ispanak tozu	Maydanoz tozu	Pazı tozu
Nem (%)	1.56±0.04	2.81±0.13	3.19±0.15	2.75±0.06
Nitrat miktarı (ppm)	14042±78.75	34879±90.31	8545±78.38	38726±87.39
Toplam diyet lif (%)	42.36±0.45	38.55±0.54	39.70±1.17	37.87±0.39
Su aktivitesi	0.097±0.004	0.098±0.020	0.117±0.006	0.126±0.008
pH	5.74±0.01	5.85±0.01	5.63±0.01	5.10±0.01
*L**	43.65±0.41	50.51±0.15	48.76±0.50	43.00±0.50
*a**	-0.95±0.07	-2.51±0.04	-0.47±0.10	2.09±0.08
*b**	21.44±0.25	24.76±0.09	24.22±0.17	21.02±0.32

Günlük diyetimizde önemli bir yer tutan sebzelerin nitrat açısından zengin kaynaklar arasında yer aldığı, özellikle koyu yeşil yapraklı ve lifli sebzelerin yüksek seviyede nitrat içerdiği rapor edilmiştir (Ayaz ve Yurttagül, 2006). Sebzelerdeki nitrat seviyesinin 1 ile 10000 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir (Özdestan ve Üren, 2010). Sebzelerin toz formunun, taze formdakilerine göre çok daha fazla nitrat içerdiği ifade edilmiştir (Özçelik, 1982; Erkmen ve ark., 1990). Taze formdaki maydanozun (Matallana González ve ark., 2010), ıspanağın, dereotunun ve pazının ortalama nitrat içeriklerinin sırasıyla 134.63, 920.30, 531.46 ve 91.60 ppm olduğu belirlenmiştir (Erkmen ve ark., 1990). Pagliano ve Mester (2019), ıspanağı farklı yöntemlerle kurutup (dondurarak ve sıcak hava ile), elde ettiği tozların nitrat içeriklerinin 40030-43180 ppm arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Nasonova ve Tunieva (2017), pazı tozunun ısıl işlem uygulanmış sucukların renk ve lezzeti üzerine olan etkisini araştırmışlar ve çalışmada kullandıkları pazı tozunun nitrat düzeyinin 30000 ppm olduğunu rapor etmişlerdir. Belirtilen çalışmalar ile çalışmamızda kullanılan sebze tozlarının nitrat içerikleri arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır. Bilimsel çalışmalarda kullanılan sebze tozlarının nitrat içerikleri arasındaki farklılıklar aşağıdaki gibi açıklanmıştır. Bitkilerdeki nitrat seviyesini; bitkinin türünün, genetik yapısının, kısımlarının, yaşının, çevre faktörlerinin (mevsimsel ve bölgesel farklılıklar vb.) ve uygulanan tarımsal işeme yöntemlerinin önemli ölçüde etkilediği/değiştirdiği

bildirilmiştir (Cantliffe, 1973). Kamel (2013); dereotu ve maydanozu mikrodalga fırında kurutmuş ve renk karakteristiklerini belirlemiştir. Dereotu tozunun L^*, a^* ve b^* değerlerinin sırasıyla 27.34, -8.93, 8.04; maydanoz tozunun ise L^*, a^* ve b^* değerlerinin sırasıyla 39.27, -11.38 ve 24.36 olduğunu belirlemiştir. Karaaslan ve Tuncer (2008), farklı yöntemlerle kurutarak elde ettikleri ıspanak tozlarının L^*, a^* ve b^* değerlerinin sırasıyla 35.01 ile 39.43,-15.93 ile -8.48, 19.55 ile 23.83 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Shin ve ark. (2017), pazı tozunun L^* değerinin 51.23, a^* değerinin 3.69 ve b^* değerinin ise 27.85 olduğunu tespit etmişlerdir. Belirtilen çalışmalar ile çalışmamızın renk parametrelerine ait değerler genellikle benzerlik göstermiştir.

Kontraszti ve ark. (1999), taze dereotu ve maydanoz için toplam diyet lif içeriğinin sırasıyla % 3.2-6.3 ve % 3.6-5.6 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Bir başka çalışmada, taze ıspanağın toplam diyet lif içeriğinin % 0.7-1.5 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Osman, 1990). Mzoughi ve ark. (2019) taze pazı üzerine yaptıkları çalışmada toplam diyet lif miktarının % 2.43 olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmalarda toplam diyet lif içerikleri, taze örneklerde belirlenmiştir. Çalışmamızda toz formundaki sebzelerin toplam diyet lif içerikleri; Çizelge 4.2'de verilmiştir. Bu nedenle çalışmamızdaki sebze tozlarına ait belirlenen toplam diyet lif miktarları, belirtilen çalışmalara kıyasla daha yüksek çıkmıştır.

4.1.3. Sucuk hamurlarına ait bulgular

Farklı kürleme ajanlarıyla (sodyum nitrat, sodyum nitrit, dereotu, ıspanak, maydanoz ve pazı tozları) üretilen sucuk hamurlarının nem, protein, toplam yağ, toplam kül içerikleri ve pH değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları Çizelge 4.3'de; su aktivitesi, TBA sayısı, L^*, a^* *ve* b^* değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları Çizelge 4.4'de; TMAB, maya-küf, Koliform grubu ve LAB sayılarına ait Varyans Analiz sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir. Çizelge 4.6 ise; belirtilen parametreler için Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarını içermektedir.

Çizelge 4.3. Sucuk hamurlarının bazı fizikokimyasal parametrelerine ait Varyans Analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Nem		Protein		Toplam yağ		Toplam kül		pH	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F- Değeri
Kürleme	5	1.374	42.45**	0.024	0.86	1.826	54.23**	0.012	2.19	0.002	11.63**
Hata	6	0.032		0.028		0.034		0.005		0.0002	
Toplam	11										

**p<0.01

Çizelge 4.4. Sucuk hamurlarının su aktivitesi, TBA sayısı ve renk parametrelerine ait Varyans Analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Su aktivitesi		TBA sayısı		*L**		*a**		*b**	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kürleme	5	0.00002	1.88	0.0029	4.09	1.364	0.52	3.614	3.68	3.203	2.65
Hata	6	0.00001		0.0007		2.642		0.982		1.210	
Toplam	11										

Çizelge 4.5. Sucuk hamurlarının bazı mikrobiyolojik analiz verilerine ait Varyans Analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	TMAB*		Maya-küf		Koliform grubu bakteri		LAB**	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kürleme	5	0.035	4.24	0.098	1.40	0.169	2.30	0.2659	3.73
Hata	6	0.008		0.070		0.074		0.0713	
Toplam	11								

*TMAB: Toplam Mezofilik Aerobik bakteri; **LAB: Laktik Asit bakterileri

Çizelge 4.6. Sucuk hamurlarının bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analiz parametrelerine ait ortalama değerler*

Analiz parametreleri	n	*Farklı kürleme grupları*					
		Nitrat (Nat)	Nitrit (Nit)	Dereotu tozu (D)	Ispanak tozu (I)	Maydanoz tozu (M)	Pazı tozu (P)
Nem (%)	2	46.60±0.04^{b}	46.72±0.25^{b}	45.28±0.35^{c}	47.89±0.10^{a}	46.62±0.14^{b}	46.56±0.01^{b}
Protein (%)	2	14.75±0.22	14.71±0.18	14.77±0.25	14.88±0.14	14.90±0.05	15.00±0.01
Toplam yağ (%)	2	35.12±0.08^{b}	35.67±0.29^{b}	37.16±0.23^{a}	34.23±0.23^{c}	35.35±0.04^{b}	35.33±0.01^{b}
Toplam kül (%)	2	2.33±0.09	2.29±0.01	2.22±0.00	2.44±0.06	2.29±0.13	2.24±0.06
pH	2	5.82±0.00^{bc}	5.81±0.01^{c}	5.87±0.01^{ab}	5.90±0.02^{a}	5.86±0.00^{abc}	5.86±0.01^{abc}
Su aktivitesi	2	0.976±0.000	0.973±0.003	0.975±0.003	0.978±0.004	0.979±0.003	0.971±0.001
*L**	2	42.42±0.80	41.44±1.44	42.20±3.51	40.44±0.48	40.83±0.60	42.22±0.46
*a**	2	16.09±0.84	15.51±0.87	14.66±0.92	16.38±0.39	13.75±0.61	14.81±0.45
*b**	2	24.73±1.20	25.71±0.57	24.27±2.16	25.04±0.55	23.39±0.72	23.20±0.19
TBA sayısı (mg MDA/kg örnek)	2	0.309±0.010	0.330±0.020	0.292±0.025	0.271±0.005	0.376±0.025	0.345±0.050
TMAB (log kob/g)	2	5.74±0.06	5.58±0.07	5.76±0.04	5.46±0.18	5.70±0.06	5.81±0.05
Maya-küf (log kob/g)	2	3.49±0.27	3.19±0.27	3.10±0.02	3.05±0.51	3.45±0.09	2.95±0.06
Koliform grubu bakteri (log kob/g)	2	2.53±0.46	2.54±0.34	3.09±0.16	3.02±0.29	3.18±0.04	3.08±0.04
LAB (log kob/g)	2	6.05±0.12	6.30±0.48	6.72±0.06	6.25±0.33	6.96±0.10	6.81±0.24

TBA: Thiobarbütirik asit sayısı; TMAB: Toplam Mezofilik Aerobik bakteri; LAB: Laktik Asit bakterileri
*Aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak (p<0.01) birbirinden farklıdır (Tukey Test sonuçlarına göre).

Varyans Analizi sonuçlarına göre sucuk hamurlarının nem ve toplam yağ içerikleri üzerine alternatif kürleme ajanının etkisi istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Sucuk hamurlarının nem içeriklerinin % 45.28-47.89, toplam yağ içeriklerinin ise % 34.23-37.16 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Dereotu tozu ile kürlenen grubun en düşük nem içeriğine, aynı zamanda en yüksek toplam yağ içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Dereotu tozu içeren örneklerin nem içeriklerinin düşük olmasının nedeninin; dereotu tozunun sucuk formülasyonuna (Çizelge 3.1) diğer gruplara kıyasla daha fazla miktarda (maydanoz tozu hariç) ilave edilmesinden ve dereotu tozunun nem içeriğinin (Çizelge 4.2; % 1.56) diğer sebze tozlarına kıyasla çok daha düşük olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Sucuk ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalarda genellikle sucuk hamurlarının nem ve yağ içeriklerinin sırasıyla %52.70-62.48 ve % 12.08-28.50 arasında değiştiği bildirilmiştir (Ercoşkun ve Ertaş, 2003; Gök, 2006; Bilge, 2010; Kurt, 2012; İpek, 2019). Çalışmamızda; belirlenen nem içerikleri, belirtilen çalışmalara kıyasla düşük çıkmış olup, yağ içeriğinin ise daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu durumun sebebinin, yapılan çalışmada sucukların üretiminde formülasyona ilave edilen yağ miktarının fazla olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Sucuk hamurlarının toplam protein ve toplam kül içerikleri üzerine farklı kürleme ajanları kullanımının etkisi istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Örneklerin toplam protein ve toplam kül içeriklerinin sırasıyla, % 14.71-15.00 ve % 2.22-2.44 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda sucuk hamurlarının genellikle toplam protein ve toplam kül içeriklerinin sırasıyla, % 12.66-19.10 ve % 1.35- 3.48 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Ercoşkun ve Ertaş, 2003; Bilge, 2010; İpek, 2019). Çalışmamızda belirlenen toplam protein ve toplam kül içerikleri, belirtilen çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Sucuk hamurlarının pH ve su aktivitesi değerlerinin sırasıyla, 5.81-5.90 ve 0.971-0.979 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Örneklerin pH değerleri arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) olarak belirlenmiş olup, alternatif kürleme ajanının, örneklerin su aktivitesi değerleri üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$) olarak bulunmuştur. Sucuk hamurlarından en yüksek pH değerine (5.90), ıspanak tozu (I) ile kürlenen örneklerin sahip olduğu belirlenmiş olup; en düşük pH değeri ise doğrudan nitrit ile kürlenen grupta tespit edilmiştir. Sucuk ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalarda sucuk hamurlarının pH ve su aktivitesi değerlerinin sırasıyla, 5.44-5.95 ve 0.930-0.990 arasında değiştiği ifade edilmiştir (Gençcelep, 2006;

Yalınkılıç, 2009; Aydın, 2017; İpek, 2019). Çalışmamızda elde ettiğimiz pH ve su aktivitesi değerleri, literatür bulgularıyla benzerlik göstermiştir.

Sucuk hamurlarının *L**, *a** ve *b** renk değerleri belirlenmiş olup, sucuk hamurlarının renk parametreleri üzerine alternatif kürleme ajanının etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Sucuk hamurlarının *L** (parlaklık) değerlerinin 40.44 ile 42.42; *a** (kırmızılık) değerlerinin 13.30 ile 16.38; *b** (sarılık) değerlerinin 23.20 ile 25.71 arasında değiştiği belirlenmiştir. Sucuk hamurlarının renk karakteristiklerinin belirlendiği bazı çalışmalarda *L**, *a** ve *b** değerlerinin sırasıyla, 40.77-50.84, 8.06-16.81 ve 13.18-24.71 arasında değiştiği bildirilmiştir (Ercoşkun ve Ertaş, 2003; Gök, 2006; Yalınkılıç, 2009). Renk parametrelerine ait elde ettiğimiz sonuçlar, literatür bulgularıyla paralellik göstermiştir.

Sucuk hamurlarının dolum öncesi lipit oksidasyon düzeylerinin tespiti amacıyla TBA sayıları belirlenmiştir. Sucuk hamurları için farklı kürleme ajanları kullanımının örneklerin TBA sayıları üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Örneklerin TBA sayılarının 0.271-0.376 mg MDA/kg örnek arasında değiştiği belirlenmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda sucuk hamurları için belirlenen TBA sayılarının; 0.264-0.870 mg MDA/kg örnek arasında değiştiği bildirilmiştir (Ercoşkun ve Ertaş, 2003; Gök, 2006; Kurt, 2012; Aydın, 2017; İpek, 2019). Farklı sucuk hamuru örneklerimizde belirlenen TBA sayıları, literatür bulgularıyla benzerlik göstermiştir.

Sucuk hamurlarının mikrobiyolojik (TMAB, maya-küf, Koliform grubu ve LAB) sayım sonuçlarına göre; alternatif kürleme ajanının etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Sucuk hamurlarının TMAB, maya-küf, Koliform grubu bakteri ve LAB sayılarının sırasıyla, 5.46-5.81, 2.95-3.49, 2.53-3.18 ve 6.05-6.81 log kob/g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Sucuk hamurlarının hazırlanmasında 10^7 kob/g (7.0 log kob/g) düzeyinde starter kültür ilavesi (Çizelge 3.1) yapılmıştır. Sucuk hamurlarında LAB sayım sonuçlarının, starter kültür ilave düzeyinden düşük çıktığı belirlenmiştir. Starter kültür ilave düzeyinin sadece et üzerinden hesaplanmasının (sucuk hamurlarının et harici katkı maddelerini de içermesinin), LAB sayım sonuçlarındaki farklılığın nedeni olabileceği düşünülmektedir. Sucuklarla ilgili yapılan bazı çalışmalarda sucuk hamurlarının TMAB sayılarının 4.63-7.52 log kob/g arasında değiştiği belirlenmiştir (Gök, 2006; Bilge, 2010; Kurt, 2012). Sucuk hamurlarında maya-küf sayılarının 3.00-4.44 log kob/g arasında değiştiği bildirilmiş (Gök, 2006; Kurt, 2012) olup, maya-küf sayım sonuçlarının ise 2.50 ile 5.00 log kob/g arasında değiştiği ifade edilmiştir (Ercoşkun ve Ertaş, 2003; Kurt, 2012). Starter kültür ilavesi ile üretilen sucuklarda;

sucuk hamurlarının 6.01-7.65 log kob düzeyinde LAB içerdiği rapor edilmiştir (Ercoşkun ve Ertaş, 2003; Bilge, 2010). Bahsi geçen çalışmalarda sucuk hamurları ile ilgili belirlenen mikrobiyolojik sayım sonuçları ile çalışmamızdaki mikrobiyolojik parametrelere ait veriler benzerlikler göstermiştir.

4.1.4. Tüketime hazır sucuklara ait bulgular

Farklı kürleme ajanlarıyla (sodyum nitrat, sodyum nitrit, dereotu, ıspanak, maydanoz ve pazı tozları) üretilen tüketime hazır sucukların nem, protein, toplam yağ, toplam kül içerikleri ve pH, su aktivitesi ve titrasyon asitliği verilerine ait Varyans Analiz sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir. Bu parametrelere ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Varyans Analizi sonuçlarına göre tüketime hazır sucukların nem içerikleri arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Sucukların nem içeriklerinin % 33.29-33.77 arasında değiştiği belirlenmiştir. Karakaya (1987), tüketime hazır hale gelen sucuk örneklerinin nem içeriklerinin % 29.40-35.00 arasında değiştiğini belirlemiştir. Soyer ve ark. (2005); sucuk örneklerinin nem içeriklerinin % 38.25-40.28 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Sarıçoban ve ark. (2006); tüketime hazır sucukların nem içeriğinin % 38.15 olduğunu belirlemişlerdir. Dalmış ve Soyer (2008); geleneksel yöntemle (ısıl işlem uygulanmamış) üretilen sucuk örneklerinin nem miktarlarının % 39.50-43.40 arasında değiştiğini, ısıl işlem uygulamasıyla üretilen örneklerin ise % 50.30-52.30 arasında nem içerdiklerini ifade etmişlerdir. Bir başka çalışmada, tüketime hazır sucukların nem içeriğinin % 31.78 olduğu tespit edilmiştir (Kargozari ve ark., 2014). Ünal (2017), farklı hayvansal yağ ve değişik baharatlarla ürettiği ısıl işlem görmüş sucukların nem içeriklerinin %45.50-48.62 arasında değiştiğini belirlemiştir. Çalışmamızda sucuk örneklerimizin nem miktarları; bazı literatür bulgularıyla benzerlik arz ederken, bazı çalışma sonuçlarından daha düşük seviyede kalmıştır. Bu durumun, kurutma (sıcaklık, nispi nem, hava akım hızı, süre vb.) ve üretim koşullarının (geleneksel yöntemle üretim, ısıl işlem uygulaması, formülasyon vb.) farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, "Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği'ne" göre (Resmi Gazete Tarihi: 29.01.2019, Resmi Gazete Sayısı: 30670, Tebliğ No: 2018/52) fermente sucukta nem miktarının, toplam et proteinine oranı 2.5'in altında olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2018). Çalışmamızda sucuk örneklerimizin nem içeriklerinin toplam et

proteinine oranlarının 1.42-1.50 arasında değiştiği belirlenmiş olup bu değerler; 2.5'in altında kaldığı için sucuk örneklerimizin "Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği'ne" uygun olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. incelendiğinde tüketime hazır sucukların protein içerikleri arasındaki farklılık istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Sucuk örneklerinin protein içeriklerinin % 22.51-23.69 arasında değiştiği belirlenmiştir. Pazı tozu (P) ile kürlenen sucuk örneklerinin, en yüksek protein içeriğine (% 23.69); sodyum nitrat (Nat - Kontrol I) ile kürlenen örneklerin ise, en düşük protein içeriğine (% 22.51) sahip olduğu tespit edilmiştir. Karakaya (1987), tüketime hazır sucuk örneklerinde protein içeriklerinin % 18.07-20.92 arasında olduğunu ifade etmiştir. Gök (2006), sucukların protein miktarlarının % 19.84-21.31 arasında değiştiğini rapor etmiştir. Yıldız-Turp ve Serdaroğlu (2008); et yağı yerine fındık yağını ilave ederek ürettikleri sucuklarda, protein içeriklerinin % 22.0-25.8 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Bilge (2010); sucukların protein içeriklerinin % 20.15 ile 23.55 arasında değiştiğini bildirmiştir. Ünal (2017) ise; sucukların protein içeriklerinin %18.07-20.88 arasında değiştiğini rapor etmiştir. Çalışmamızda sucuk örneklerinin protein içerikleri, literatür bulgularıyla benzerlikler göstermiştir. Aynı zamanda, "Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği'ne" göre (Resmi Gazete Tarihi: 29.01.2019, Resmi Gazete Sayısı: 30670, Tebliğ No: 2018/52); fermente sucuklarda toplam et proteini miktarının kütlece en az % 16 olması gerektiği ifade edilmiştir (Anonim, 2018). Çalışmamızda üretilen sucukların; "Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği'ne" uygun olduğunu ifade edebiliriz.

Çizelge 4.7. Tüketime hazır sucukların bazı fizikokimyasal parametrelerine ait Varyans Analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Nem		Protein		Toplam yağ		Toplam kül		pH		Su aktivitesi		Titrasyon asitliği	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kürleme ajanı	5	0.057	0.76	0.401	4.97*	0.282	6.93*	0.007	0.81	0.0026	10.63**	0.00001	0.51	0.0086	24.00**
Hata	6	0.075		0.081		0.040		0.009		0.0002		0.00002		0.0004	
Toplam	11														

*p<0.05, **p<0.01

Çizelge 4.8. Tüketime hazır sucukların bazı fizikokimyasal parametrelerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Farklı kürleme ajanları	Nem (%)	Toplam protein (%)	Toplam yağ (%)	Toplam kül (%)	pH	Su aktivitesi	Titrasyon asitliği (% laktik asit)
Nitrat (Nat)	33.73±0.18	22.51±0.11^{b}	39.71±0.34^{a}	3.28±0.03	5.20±0.02^{bc}	0.925±0.003	0.88±0.02^{b}
Nitrit (Nit)	33.77±0.06	22.59±0.16^{ab}	39.63±0.20^{a}	3.20±0.13	5.26±0.01^{a}	0.943±0.004	0.77±0.01^{c}
Dereotu tozu (D)	33.37±0.05	23.05±0.35^{ab}	39.68±0.10^{a}	3.27±0.19	5.27±0.01^{a}	0.927±0.003	0.83±0.02^{bc}
Ispanak tozu (I)	33.40±0.59	23.34±0.35^{ab}	39.07±1.16^{ab}	3.34±0.04	5.25±0.01^{ab}	0.925±0.002	0.89±0.01^{ab}
Maydanoz tozu (M)	33.29±0.23	23.19±0.37^{ab}	39.22±0.15^{ab}	3.24±0.06	5.20±0.01^{bc}	0.938±0.002	0.81±0.01^{bc}
Pazı tozu (P)	33.64±0.08	23.69±0.26^{a}	38.81±0.18^{b}	3.16±0.01	5.17±0.02^{c}	0.924±0.003	0.96±0.01^{a}

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

Varyans Analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.7) tüketime hazır sucukların toplam yağ içerikleri arasındaki farklılık istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Sucukların toplam yağ içeriğinin % 38.81-39.71 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Nat, Nit ve D örneklerinin en yüksek seviyede toplam yağ içeriğine sahip olduğu belirlenmiş olup, pazı tozu ilave edilen sucukların toplam yağ içeriği ise en düşük seviyede çıkmıştır. Karakaya (1987), sucuklarda yağ miktarlarının % 35.49 ile % 41.54 arasında değiştiğini bildirmiştir. Vural (2003) sucuklarda yağ içeriklerinin % 25.50-27.00 arasında olduğunu rapor etmiştir. Soyer ve ark. (2005); sucuk örneklerinde yağ miktarlarının ortalama % 30.00-35.00 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Ercoşkun (2006); geleneksel yöntemlerle ürettiği sucukların yağ miktarını % 35.21 olarak belirtmiştir. Yıldız-Turp ve Serdaroğlu (2008), sucuk üretiminde et yağı yerine fındık yağını ikame ettikleri çalışmada; sucukların yağ içeriklerinin % 34.30-35.90 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Sadullahoğlu (2010), sucukların kalite karakteristikleri üzerine semizotu, ısırgan ve keten tohumlarının etkilerini incelemiş ve örneklerin yağ içeriklerinin % 25.00-40.00 arasında değiştiğini rapor etmiştir. Yapılan başka bir çalışmada ise; sucukların toplam yağ içeriklerinin % 28.10-30.74 arasında değiştiği belirlenmiştir (Zungur Bastıoğlu, 2019). "Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği'ne" göre (Resmi Gazete Tarihi: 29.01.2019, Resmi Gazete Sayısı: 30670, Tebliğ No: 2018/52) fermente sucuklarda yağ miktarının toplam et proteinine oranının 2.5'in altında olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2018). Çalışmamızda üretilen sucukların Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği'ne uygun olduğu ve aynı zamanda belirtilen bilimsel çalışmalarla da benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Varyans Analizi sonuçlarına göre alternatif kürleme ajanının sucukların toplam kül içerikleri üzerine etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Tüketime hazır sucukların toplam kül içeriklerinin % 3.16-3.34 arasında olduğu tespit edilmiştir. Coşkuner (2002), ısıl işlem uygulanmış sucuklarda toplam kül miktarını % 2.55 olarak belirlemiştir. Toptancı (2007), farklı sıcaklıklarda ısıl işlem uygulamasının sucuk üzerine etkilerini incelemiş olup, sucukların toplam kül içeriklerinin % 3.50-3.54 arasında olduğunu rapor etmiştir. Bilge (2010) sucukta üretim sırasında meydana gelen mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişimler üzerine üretim sıcaklığı ve starter kültürün etkilerini incelemiş ve örneklerin kül içeriklerinin % 3.35-3.85 arasında değiştiğini belirlemiştir. Ercoşkun ve ark. (2010); ısıl işlem görmüş ve geleneksel sucukların kalite özelliklerini belirledikleri çalışmada, geleneksel olarak üretilen sucuk örneklerinin toplam kül

içeriklerinin % 5.67 olduğunu rapor etmişlerdir. Ünal (2017), ısıl işlem görmüş sucuklarda toplam kül içeriklerinin % 2.78-2.91 arasında değiştiğini bildirmiştir. Söz konusu çalışmalar ile çalışmamız kıyaslandığında; elde ettiğimiz sonuçların bazı araştırmalarla uyum içinde olduğu görülmektedir. Ancak bazı çalışmalardaki sucuk örneklerinin kül içerikleri, çalışmamızda belirlenen kül içeriklerinden yüksek veya düşük çıkmıştır. Bu farklılıkların sebebinin araştırmalarda kullanılan sucuk örneklerinin üretim süreci şartlarından (formülasyon, fermantasyon şartları, starter kültür ilavesi, uygulanan muameleler vb.) kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Varyans Analizi (Çizelge 4.7) sonuçlarına göre; tüketime hazır sucukların pH değerleri arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Sucuk örneklerinin pH değerlerinin 5.17 ile 5.27 arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek pH değerleri D ve Nit örneklerinde belirlenmiş olup, en düşük (5.17) pH değerine ise; P örneği sahip olmuştur. Vural (2003), yarı kurutulmuş sucuk örneklerinin dolumdan önce pH değerlerinin 5.10-5.26 arasında değiştiğini rapor etmiştir. Yapılan başka bir çalışmada sucukların pH değerlerinin ortalama 5.32 olduğu bildirilmiştir (Çoksever ve Sarıçoban, 2010). Kesmen ve ark. (2012), sucukların pH değerlerinin 4.70-5.40 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Zungur Bastıoğlu (2019), sucuk üretiminde hayvansal yağ ikamesi olarak zeytinyağının kullanımının etkilerini belirlediği çalışmada sucukların pH değerlerinin 4.91 ile 5.00 arasında değiştiğini ifade etmiştir. "Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği'ne" göre (Resmi Gazete Tarihi: 29.01.2019, Resmi Gazete Sayısı: 30670, Tebliğ No: 2018/52) fermente sucuklarda pH değerinin en yüksek 5.4 olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2018). Çalışmamızda üretilen sucukların Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği'ne uygun olduğu ve aynı zamanda belirtilen bilimsel çalışmalarla da benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Tüketime hazır sucukların su aktivitesi değerleri (Çizelge 4.7) arasındaki farklılık, istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Sucukların su aktivitesi değerlerinin 0.924 ile 0.943 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yalınkılıç (2009), farklı oranlarda yağ ve portakal lifi kullanarak sucuk ürettiği çalışmada olgunlaştırma sürecinin 10. gününde sucukların su aktivitesi değerlerinin 0.856-0.895 arasında değiştiğini ifade etmiştir. Sucuk örneklerimizin su aktivitesi değerlerinin bahsi geçen çalışmaya göre yüksek çıkmasının sebebinin; muhtemelen üretim (olgunlaştırma) sürecinin daha kısa olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Farklı et yağı/kuyruk yağı kombinasyonları kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların su

aktivitesi değerlerinin 0.909-0.926 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Aydın, 2017). İpek (2019); tüketime hazır sucukların su aktivitesi değerlerinin 0.90 ile 0.94 arasında değiştiğini rapor etmiştir. Sucuk örneklerimizin su aktivitesi değerleri yukarıdaki çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Sucuk örneklerinde titrasyon asitliği, % laktik asit cinsinden belirlenmiştir. Tüketime hazır sucukların titrasyon asitliği (% laktik asit) değerleri arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Çizelge 4.7 incelendiğinde, sucuk örneklerinin laktik asit içeriklerinin % 0.77-0.96 arasında değiştiği belirlenmiştir. Pazı tozu (P) ilaveli sucuk örneklerinin, en yüksek (% 0.96) laktik asit içeriğine; sodyum nitrit (Nit – Kontrol II) ilaveli örneklerin ise; en düşük (% 0.77) titrasyon asitliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Sarıçoban ve Karakaya (2000), farklı oranlarda yumurta tavuğu eti içeren sığır etleri ile ürettikleri sucukların laktik asit içeriklerinin; % 0.67-1.05 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Ercoşkun (2006), fermente sucuklarda titrasyon asitliğinin; % 0.75 olduğunu ifade etmiştir. Bilge (2010), farklı starter kültür içeren ve farklı sıcaklıklarda üretilen sucukların titrasyon asitliğinin % 0.98-1.48 arasında değiştiğini belirlemiştir. Farklı hayvansal yağ ve değişik baharatlarla üretilen sucukların laktik asit içeriklerinin % 0.40-0.76 arasında değiştiği bildirilmiştir (Ünal, 2017). Sucuk örneklerimizde belirlediğimiz laktik asit içerikleri, belirtilen çalışmaların sonuçlarıyla paralellik göstermiştir.

4.2. Fizikokimyasal Analizlere Ait Sonuçlar

4.2.1. Nem tayini sonuçları

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecine ait nem içeriklerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.9'da, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki nem içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	**SD**	**KO**	**F**
Kürleme ajanı (A)	5	6.797	21.05**
Üretim süreci (B)	3	112.038	346.97**
AxB	15	2.610	8.08**
Hata	24	0.323	
Toplam	47		

**p<0.01

Varyans Analizi sonuçları incelendiğinde, örneklerin nem içerikleri üzerine alternatif kürleme ajanının, üretim sürecinin ve kürleme ajanı-üretim süreci interaksiyonunun (AxB) etkileri istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) çıkmıştır. Ispanak tozu ile kürlenen örneklerin diğer gruplara göre daha yüksek nem içeriğine; dereotu ve maydanoz tozu içeren örneklerin, ise en düşük nem içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. Yapılan çalışmada sucukların üretiminde kürleme amacıyla ilave edilen dereotu ve maydanoz tozunun miktarının, (Çizelge 3.1) nispeten ıspanak ve pazı tozlarına göre yüksek olması nedeniyle, bu gruplardaki nem içeriklerinin diğer gruplara göre daha düşük çıkmasının sebeplerinden biri olabileceği düşünülmektedir. Üretim sürecinde örneklerin nem düzeyinde azalma gözlenmiştir. Üretim sürecinde 1. gününde % 40 civarında bulunan nem seviyesi, üretim sürecinin sonunda (7. gün) % 33 seviyelerine düşmüştür. Üretim sürecinde fermantasyon aşamasından sonra (3. gün) kurutma koşullarının uygulanması; örneklerin nem içeriklerindeki düşüşün sebebini açıklamaktadır. Aynı zamanda sucuk üretiminde laktik asit bakterilerinin çalışmasına bağlı olarak pH'nın 5.3'ün altına düşmesi sonucu; et proteinlerinin kısmi denatürasyona uğradığı ve buna bağlı olarak proteinlerin su tutma kapasitesinin düşerek sucuklarda kurumanın gerçekleştiği bildirilmiştir (Toldrá ve ark., 2001; Gökalp ve ark., 2004).

Çizelge 4.10. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki ortalama nem içeriklerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme ajanı (A)	**n**	**Nem içeriği (%)**
Nitrat (Nat)	8	36.08 ± 1.24^{ab}
Nitrit (Nit)	8	37.16 ± 1.42^{ab}
Dereotu tozu (D)	8	35.62 ± 0.98^{c}
Ispanak tozu (I)	8	37.86 ± 1.57^{a}
Maydanoz tozu (M)	8	35.53 ± 1.17^{c}
Pazı tozu (P)	8	36.68 ± 1.23^{b}
Üretim süreci (B)		
1. Gün	12	40.24 ± 0.48^{a}
3. Gün	12	38.04 ± 0.57^{b}
5. Gün	12	34.80 ± 0.26^{c}
7. Gün	12	33.53 ± 0.28^{d}
AxB		
Nat x 1. Gün	2	40.44 ± 0.23^{abc}
Nat x 3. Gün	2	39.00 ± 0.00^{cde}
Nat x 5. Gün	2	35.16 ± 0.59^{ghıj}
Nat x 7. Gün	2	33.73 ± 0.63^{ıj}
Nit x 1. Gün	2	40.77 ± 0.82^{abc}
Nit x 3. Gün	2	39.59 ± 0.12^{bcd}
Nit x 5. Gün	2	34.51 ± 0.27^{hıj}
Nit x 7. Gün	2	33.77 ± 1.03^{ıj}
D x 1. Gün	2	37.80 ± 0.28^{def}
D x 3. Gün	2	35.84 ± 0.42^{fghı}
D x 5. Gün	2	35.47 ± 0.56^{ghıj}
D x 7. Gün	2	33.37 ± 0.47^{j}
I x 1. Gün	2	42.31 ± 0.46^{a}
I x 3. Gün	2	40.84 ± 0.31^{abc}
I x 5. Gün	2	34.90 ± 0.30^{ghıj}
I x 7. Gün	2	33.40 ± 0.21^{j}
M x 1. Gün	2	38.84 ± 0.24^{cde}
M x 3. Gün	2	36.14 ± 0.15^{fgh}
M x 5. Gün	2	33.84 ± 0.39^{hıj}
M x 7. Gün	2	33.29 ± 0.40^{j}
P x 1. Gün	2	41.32 ± 0.73^{ab}
P x 3. Gün	2	36.85 ± 0.20^{efg}
P x 5. Gün	2	34.92 ± 0.93^{ghıj}
P x 7. Gün	2	33.64 ± 0.07^{ıj}

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

Farklı kürleme ajanları muamelesi ve üretim süreci interaksiyonu için örneklerin nem içerikleri Şekil 4.1'de verilmiştir. Tüm gruplarda 1. günden 7. güne doğru örneklerin nem içeriklerinde kademeli olarak düşüş gözlenmiştir. 7. günde en düşük nem içeriği D, I ve M gruplarında belirlenmiştir.



Şekil 4.1. Üretim sürecinde farklı kürleme ajanları içeren sucukların nem içerikleri

Üretim sürecinin başında (1. gün) sucuk örneklerimizin nem içeriklerinin % 37.80 ile 42.31 arasında değiştiği; üretim sürecinin sonunda ise nem içeriklerinin % 33.29-33.77 seviyelerine düştüğü belirlenmiştir. Karakaya (1987), çeşitli karbonhidrat kaynaklarının (glikoz, laktoz, sakkaroz ve nişasta) sucukların olgunlaşma sürecine olan etkilerini tespit etmiş olup, 1. günde sucuk örneklerinin ortalama nem miktarının % 52-54 arasında olduğunu, 7. günde ise sucuk örneklerinin ortalama nem içeriğinin % 29.4-35.0 arasında değiştiğini belirlemiştir. Sarıçoban ve ark. (2006); fermantasyonun başlangıcında sucukların nem içeriğinin % 57.36 olduğunu, beş günlük olgunlaştırma sürecinden sonra % 38.15'e düştüğünü bildirmişlerdir. Yıldız-Turp ve Serdaroğlu (2008), sucuk örneklerinde üretim sürecinin başlangıcında % 55.3-56.5 arasında olan nem içeriklerinin, 12. gün sonunda % 34.5-42.4'lere düştüğünü rapor etmişlerdir. Sucukta üretim sırasında meydana gelen mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişimler üzerine üretim sıcaklığı ve starter kültür kullanımının etkilerinin incelendiği çalışmada, üretim sürecinin 1. gününde örneklerin nem düzeyinin % 55.96-58.40, 7. gününde ise % 38.52-42.73 arasında değiştiği belirlenmiştir (Bilge, 2010). Farklı yöntemler ile üretilen dana sucuklarında; sucuk örneklerinin fermantasyon başlangıcında nem içeriklerinin % 63.84-65.91 arasında olduğu; olgunlaştırma sürecinin sonunda ise nem düzeyinin % 39.31-43.05 arasına indiği belirlenmiştir (Zungur Bastıoğlu, 2019).

Çalışmamızda belirlenen nem içeriklerini destekleyen bazı çalışmalar olmakla birlikte, farklı çalışmalarda bu değerlerden daha yüksek sonuçlara da rastlanmıştır. Bu durumun, sucuk formülasyonlarına, üretimde kullanılan hammaddelere, üretim ve/veya üretim (olgunlaştırma) şartlarına ve bilimsel çalışmalarda uygulanan farklı muamelelere bağlı olabileceği düşünülmektedir.

4.2.2. Su aktivitesi tayini sonuçları

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecine ait su aktivitesi değerlerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.11'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki su aktivitesi verilerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Kürleme ajanı (A)	5	0.000135	7.25**
Üretim süreci (B)	3	0.003245	174.21**
AxB	15	0.000041	2.20*
Hata	24	0.000019	
Toplam	47		

*p<0.05, **p<0.01

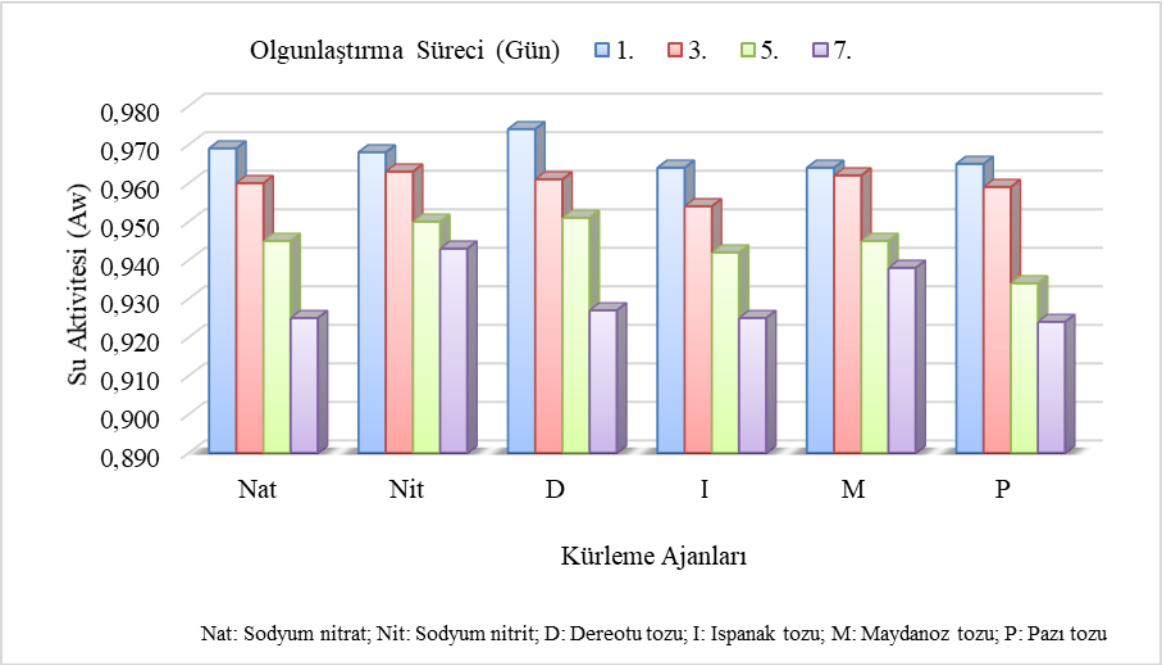
Varyans Analizi sonuçlarına göre, örneklerin su aktivitesi değerleri üzerine alternatif kürleme ajanının, üretim sürecinin ve kürleme ajanı-üretim süreci interaksiyonunun (AxB) etkileri, istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Pazı tozu ile kürlenen örneklerin üretim sürecinde en düşük (0.945) su aktivitesi değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Örneklerin su aktivitesi değerleri üretim süreci boyunca düşüş göstermiş olup, en düşük su aktivitesi değerleri 7. günde belirlenmiştir. Üretim sürecinde fermantasyon aşamasından sonra kurutma koşullarının uygulanması, örneklerin su aktivitesi değerlerindeki azalmanın nedenini açıklamaktadır.

Çizelge 4.12. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki ortalama su aktivitesi (a_w) değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme ajanı (A)	**n**	**Su aktivitesi (a_w)**
Nitrat (Nat)	8	0.950 ± 0.006^{abc}
Nitrit (Nit)	8	0.956 ± 0.004^{a}
Dereotu tozu (D)	8	0.953 ± 0.007^{a}
Ispanak tozu (I)	8	0.946 ± 0.006^{bc}
Maydanoz tozu (M)	8	0.952 ± 0.004^{ab}
Pazı tozu (P)	8	0.945 ± 0.006^{c}
Üretim süreci (B)		
1. Gün	12	0.967 ± 0.001^{a}
3. Gün	12	0.960 ± 0.001^{b}
5. Gün	12	0.944 ± 0.001^{c}
7. Gün	12	0.930 ± 0.001^{d}
AxB		
Nat x 1. Gün	2	0.969 ± 0.000^{ab}
Nat x 3. Gün	2	0.960 ± 0.001^{abcde}
Nat x 5. Gün	2	0.945 ± 0.001^{defgh}
Nat x 7. Gün	2	0.925 ± 0.001^{jk}
Nit x 1. Gün	2	0.968 ± 0.000^{abc}
Nit x 3. Gün	2	0.963 ± 0.001^{abcd}
Nit x 5. Gün	2	0.950 ± 0.001^{cdefgh}
Nit x 7. Gün	2	0.943 ± 0.001^{efghı}
D x 1. Gün	2	0.974 ± 0.001^{a}
D x 3. Gün	2	0.961 ± 0.001^{abcd}
D x 5. Gün	2	0.951 ± 0.001^{cdefgh}
D x 7. Gün	2	0.927 ± 0.001^{ijk}
I x 1. Gün	2	0.964 ± 0.001^{abc}
I x 3. Gün	2	0.954 ± 0.002^{bcdefg}
I x 5. Gün	2	0.942 ± 0.003^{fghıj}
I x 7. Gün	2	0.925 ± 0.003^{ijk}
M x 1. Gün	2	0.964 ± 0.001^{abc}
M x 3. Gün	2	0.962 ± 0.001^{abcd}
M x 5. Gün	2	0.945 ± 0.006^{defgh}
M x 7. Gün	2	0.938 ± 0.001^{ghıjk}
P x 1. Gün	2	0.965 ± 0.001^{abc}
P x 3. Gün	2	0.959 ± 0.001^{abcdef}
P x 5. Gün	2	0.934 ± 0.007^{hıjk}
P x 7. Gün	2	0.924 ± 0.005^{k}

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

Farklı kürleme ajanı ve üretim süreci interaksiyonu için örneklerin su aktivitesi değerleri Şekil 4.2'de verilmiştir. Tüm örnek grupları için üretim sürecinin başından sonuna doğru örneklerin su aktivitesi değerlerinde belirli bir düşüş tespit edilmiştir. 7. günde en düşük su aktivitesi, pazı tozu içeren örnek grubunda (P x 7. gün) belirlenmiştir.



Şekil 4.2. Üretim sürecinde farklı kürleme ajanları içeren sucukların su aktiviteleri (a_w)

Üretim sürecinin başında (1. gün) sucukların su aktivitelerinin 0.964 ile 0.974 arasında değiştiği; üretim sürecinin sonunda ise bu değerlerin 0.924-0.943 seviyelerine düştüğü belirlenmiştir.

Bover-Cid ve ark. (2003); olgunlaşma periyodunun başlangıcında fermente sucuklarda su aktivitesi değerini 0.97, olgunlaşma sürecinin sonunda ise 0.86 olarak tespit etmişlerdir. Sucuk üretiminde portakal lifinin etkilerinin incelendiği bir çalışmada, üretim (olgunlaştırma) sürecinin 1. gününde örneklerin su aktivitesi değerleri 0.947-0.957, 7. gününde ise 0.881-0.933 arasında değişim göstermiştir (Yalınkılıç, 2009). Zhao ve ark. (2011); fermente sucukların su aktivitesi değerlerinin 1. gün 0.95 ile 0.96 arasında olduğunu, olgunlaştırma (üretim) sürecinin sonunda ise 0.88'e düştüğünü bildirmişlerdir. Üretim (olgunlaştırma) sürecinin başında sucuk örneklerinin su aktivitesi değerlerinin 0.94-0.95, üretim (olgunlaştırma) sürecinin sonunda ise 0.80-0.82 olduğu belirlenmiştir (Kargozari ve ark., 2014). Farklı et yağı/kuyruk yağı kombinasyonları kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların su aktivitesi değerlerinin; fermantasyon sonunda 0.945-0.951, kurutma aşamasından sonra ise 0.909 ile 926 arasında değiştiği belirlenmiştir (Aydın, 2017). Su aktivitesi değerleri açısından çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar, bazı çalışmalarla benzerlik göstermesine rağmen, bazı çalışmalarda su aktivitesi değerlerinin 0.90'ın altına indiği görülmektedir. Yapılan çalışmalarda özellikle üretim (olgunlaştırma) şartlarının farklı olması (süre, sıcaklık,

hava akım hızı, nispi nem vb.), sucuk formülasyonları ve uygulanan muameleler, örneklerin su aktivitelerinin daha da düşük değerlere inmesinin sebepleri olarak düşünülmektedir.

4.2.3. pH tayini sonuçları

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecine ait pH değerlerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.13'te, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki pH değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Kürleme ajanı (A)	5	0.007932	28.20**
Üretim süreci (B)	3	0.904235	3215.06**
AxB	15	0.001942	6.91**
Hata	24	0.000281	
Toplam	47		

**p<0.01

Varyans Analizi sonuçlarına göre, örneklerin pH değerleri üzerine alternatif kürleme ajanının, üretim sürecinin ve kürleme ajanı-üretim süreci interaksiyonunun (AxB) etkileri istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Pazı tozu ile kürlenen örneklerin üretim sürecinde en düşük pH değerine (5.330) sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durumun, pazı tozunun diğer sebze tozlarına kıyasla daha düşük (5.10) pH değerine (Çizelge 4.2) sahip olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Yapılan bazı çalışmalarda; pırasa, liyofilize kereviz tozu, maydanoz özü tozu ve fermente ıspanak özü gibi bitkisel kökenli katkıların kürlenmiş et ürünlerinin pH değerlerinde düşüşe neden olduğu bildirilmiştir (Fista ve ark., 2004; Eisinaite ve ark., 2016; Kim ve ark., 2017; Riel ve ark., 2017).

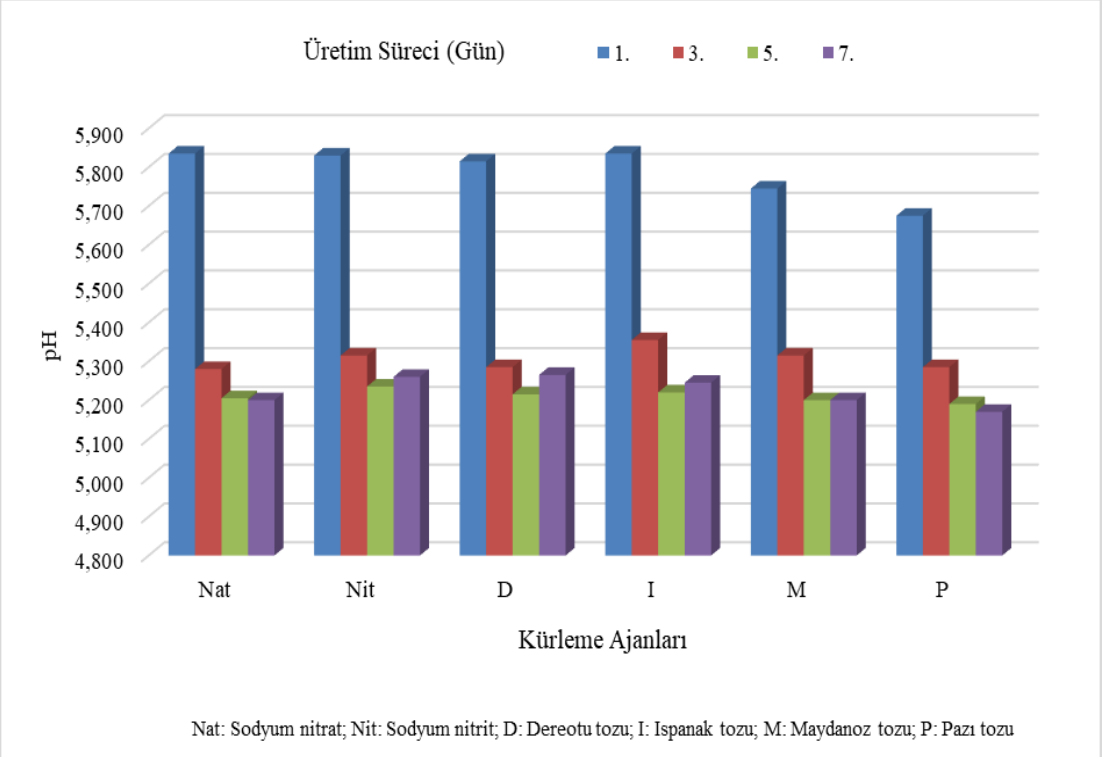
Çizelge 4.14. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki ortalama pH değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme ajanı (A)	**n**	**pH**
Nitrat (Nat)	8	5.380±0.006^{bc}
Nitrit (Nit)	8	5.410±0.092^{a}
Dereotu tozu (D)	8	5.395±0.092^{ab}
Ispanak tozu (I)	8	5.413±0.094^{a}
Maydanoz tozu (M)	8	5.365±0.240^{c}
Pazı tozu (P)	8	5.330±0.218^{d}
Üretim süreci (B)		
1. Gün	12	5.789±0.019^{a}
3. Gün	12	5.306±0.008^{b}
5. Gün	12	5.211±0.006^{c}
7. Gün	12	5.223±0.011^{c}
AxB		
Nat x 1. Gün	2	5.835±0.001^{a}
Nat x 3. Gün	2	5.280±0.010^{efg}
Nat x 5. Gün	2	5.205±0.005^{hıj}
Nat x 7. Gün	2	5.200±0.000^{hıj}
Nit x 1. Gün	2	5.830±0.010^{a}
Nit x 3. Gün	2	5.315±0.005^{de}
Nit x 5. Gün	2	5.235±0.005^{fghıj}
Nit x 7. Gün	2	5.260±0.000^{efgh}
D x 1. Gün	2	5.815±0.015^{a}
D x 3. Gün	2	5.285±0.005^{ef}
D x 5. Gün	2	5.215±0.005^{ghıj}
D x 7. Gün	2	5.265±0.005^{efgh}
I x 1. Gün	2	5.835±0.025^{a}
I x 3. Gün	2	5.355±0.005^{d}
I x 5. Gün	2	5.220±0.020^{fghıj}
I x 7. Gün	2	5.245±0.005^{fghı}
M x 1. Gün	2	5.745±0.005^{b}
M x 3. Gün	2	5.315±0.005^{de}
M x 5. Gün	2	5.200±0.020^{hıj}
M x 7. Gün	2	5.200±0.020^{hıj}
P x 1. Gün	2	5.675±0.005^{c}
P x 3. Gün	2	5.285±0.005^{ef}
P x 5. Gün	2	5.190±0.010^{ıj}
P x 7. Gün	2	5.170±0.010^{j}

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

Örneklerin pH değerleri üretim süresince düşüş göstermiş olup en düşük pH değerleri 5. ve 7. günde tespit edilmiştir. Üretim sürecinde laktik asit bakterilerinin, sucuk formülasyonunda bulunan karbonhidratları fermente ederek laktik asit oluşturduğu ve bu oluşumun sucuklarda pH'nın düşüşüne neden olduğu bildirilmiştir (Tömek ve Serdaroğlu, 1990; Hammes ve Knauf, 1994; Gökalp ve ark., 2004). Çalışmamızda, örneklerin pH değerleri üretim süresince düşüş göstermesine karşın istatistiki olarak önemli olmamakla birlikte 7. günde belirlenen ortalama pH değeri 5. güne göre daha yüksek çıkmıştır. Fermantasyon süreciyle birlikte pH düşüşünden kaynaklı kısmi protein denatürasyonu neticesinde düşmekte olan pH, tamponlanmış ve

bu durum ortalama pH değerinin 7. günde az da olsa yükselmesine neden olmuştur (Acton ve Keller, 1974; Kaya, 1992; Vural, 1998).



Şekil 4.3. Üretim sürecinde farklı kürleme ajanları içeren sucukların pH değerleri

Üretim sürecinin başında (1. gün) örneklerin pH değerlerinin 5.675 ile 5.835 arasında değiştiği; üretim sürecinin sonunda ise pH değerlerinin 5.170-5.265 seviyelerine düştüğü belirlenmiştir. Üretim sürecinde farklı kürleme ajanları ile üretilen sucukların ortalama pH değerleri Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

Yarı kurutulmuş sucukların bazı kalite karakteristikleri üzerine yapılan çalışmada, dolumdan önce sucuk hamurlarının pH değerlerinin 5.90-6.00 arasında olduğu, nihai ürünün pH değerinin ise 5.10-5.26 arasında değiştiği ifade edilmiştir (Vural, 2003). Sucuk üretiminde farklı fermantasyon sürelerinin ve ısıl işlem uygulamasının etkilerinin incelendiği çalışmada; üretimin başında 5.88-5.96 olan ortalama pH değerinin, 6. günün sonunda 4.96-5.15 değerlerine düştüğü rapor edilmiştir (Ercoşkun, 2006). Çoksever ve Sarıçoban (2010), sucuk örneklerinin ortalama pH değerinin 6.22 olduğunu, üretimin sonunda ise bu değerin 5.32'ye indiğini, bu azalmanın laktik asit bakterilerinin faaliyetleri sonucunda gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda belirlenen pH değerleri ve üretim sürecinde pH değerlerindeki değişim, literatürdeki çalışmalara benzerlik göstermiştir.

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyoduna ait pH değerlerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.15'te, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.16'da verilmiştir

Çizelge 4.15. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyodundaki pH değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	**SD**	**KO**	**F**
Kürleme ajanı (A)	5	0.01096	47.16**
Depolama periyodu (B)	3	0.04537	195.20**
AxB	15	0.00103	4.44**
Hata	24	0.00023	
Toplam	47		

**p<0.01

Depolama periyodunda, sucuk örneklerinin pH değerleri üzerine; alternatif kürleme ajanının, depolama periyodunun ve kürleme ajanı-depolama periyodu interaksiyonunun (AxB) etkileri istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Ispanak tozu ile kürlenen sucukların depolama periyodunda pH değeri (5.21), diğer gruplara kıyasla daha yüksek çıkmıştır. Depolama periyodunun başında örneklerin ortalama pH değeri 5.24 olup; 90. günde 5.07'ye düştüğü belirlenmiştir. Depolama periyodunda pH değerlerindeki bu düşüşün, örneklerdeki laktik asit bakterilerinin çok kısıtlı düzeydeki faaliyetlerinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir (Rubio ve ark., 2007).

Çizelge 4.16. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyodundaki ortalama pH değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme ajanı (A)	**n**	**pH**
Nitrat (Nat)	14	5.14±0.01^{b}
Nitrit (Nit)	14	5.14±0.02^{b}
Dereotu tozu (D)	14	5.15±0.02^{b}
Ispanak tozu (I)	14	5.21±0.02^{a}
Maydanoz tozu (M)	14	5.14±0.02^{b}
Pazı tozu (P)	14	5.14±0.02^{b}
Depolama periyodu (B)		
1. Gün	12	5.24±0.01^{a}
15. Gün	12	5.22±0.01^{b}
30. Gün	12	5.17±0.01^{c}
45. Gün	12	5.16±0.01^{c}
60. Gün	12	5.14±0.01^{d}
75. Gün	12	5.09±0.01^{e}
90. Gün	12	5.07±0.01^{f}
AxB		
Nat x 1. Gün	2	5.22±0.02^{abcdef}
Nat x 15. Gün	2	5.19±0.01^{abcdefgh}
Nat x 30. Gün	2	5.13±0.01^{hijklm}
Nat x 45. Gün	2	5.14±0.01^{ghijklm}
Nat x 60. Gün	2	5.13±0.^{01ijklmno}
Nat x 75. Gün	2	5.11±0.01^{jklmnopq}
Nat x 90. Gün	2	5.10±0.01^{klmnopq}
Nit x 1. Gün	2	5.25±0.01^{a}
Nit x 15. Gün	2	5.23±0.00^{abcd}
Nit x 30. Gün	2	5.15±0.01^{ghijkl}
Nit x 45. Gün	2	5.14±0.00^{ghijklm}
Nit x 60. Gün	2	5.13±0.02^{hijklmn}
Nit x 75. Gün	2	5.07±0.01^{nopqrs}
Nit x 90. Gün	2	5.06±0.00^{pqrs}
D x 1. Gün	2	5.25±0.00^{a}
D x 15. Gün	2	5.23±0.01^{abcd}
D x 30. Gün	2	5.16±0.01^{efghijk}
D x 45. Gün	2	5.13±0.01^{hijklm}
D x 60. Gün	2	5.13±0.00^{hijklmn}
D x 75. Gün	2	5.06±0.00^{opqrs}
D x 90. Gün	2	5.06±0.01^{qrs}
I x 1. Gün	2	5.25±0.01^{a}
I x 15. Gün	2	5.24±0.00^{ab}
I x 30. Gün	2	5.23±0.00^{abcd}
I x 45. Gün	2	5.23±0.01^{abc}
I x 60. Gün	2	5.22±0.01^{abcde}
I x 75. Gün	2	5.17±0.00^{defghıj}
I x 90. Gün	2	5.14±0.01^{ghijklm}
M x 1. Gün	2	5.23±0.00^{abc}
M x 15. Gün	2	5.21±0.00^{abcdef}
M x 30. Gün	2	5.17±0.01^{cdefghı}
M x 45. Gün	2	5.16±0.00^{efghijk}
M x 60. Gün	2	5.09±0.00^{lmnopqr}
M x 75. Gün	2	5.08±0.01^{mnopqrs}
M x 90. Gün	2	5.03±0.00^{rs}
P x 1. Gün	2	5.21±0.02^{abcdef}
P x 15. Gün	2	5.20±0.01^{abcdefg}
P x 30. Gün	2	5.18±0.00^{bcdefghı}
P x 45. Gün	2	5.15±0.01^{fghijkl}
P x 60. Gün	2	5.12±0.03^{ijklmnop}
P x 75. Gün	2	5.05±0.02^{qrs}
P x 90. Gün	2	5.03±0.00^{s}

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

Depolama periyodunun başında (1. gün) sucuk örneklerimizde pH değerlerinin 5.21 ile 5.25 arasında değiştiği; 90 günlük depolamanın sonunda ise pH'nın 5.03-5.14'e düştüğü tespit edilmiştir. Depolama süresince sucuk örneklerinin pH değerlerindeki düşüşün, laktik asit bakterilerinin kısıtlı faaliyetlerinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Shin ve ark. (2017), pazı tozunun, nitrite alternatif olarak domuz eti köftesi üretimi üzerine etkilerine belirlemeye çalışmışlar ve köftelerin buzdolabı sürecinde depolanmasında örneklerin pH değerlerinin azaldığını tespit etmişlerdir. Choi ve ark. (2007), Choi ve ark. (2017) ve Hwang ve ark. (2017); depolama periyodunda et ürünlerinin pH değerlerinin azaldığını belirlemişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar, literatür bulgularına benzerlik göstermesine karşın, bazı çalışmalarda depolama periyodunda örneklerin pH değerlerinin artış gösterdiği (Gök, 2006; Şimşek, 2010; Jin ve ark., 2014; Kozan, 2018) veya pH değerlerindeki farklılıkların önemsiz olduğu da (Krause ve ark., 2011; Djeri ve Williams, 2014; Sucu ve Turp, 2018) rapor edilmiştir.

4.2.4. Titrasyon asitliği sonuçları

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecine ait titrasyon asitliği (% laktik asit) verilerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.17'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki titrasyon asitliği içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Kürleme ajanı (A)	5	0.011133	21.40**
Üretim süreci (B)	3	0.081382	156.42**
AxB	15	0.003910	7.52**
Hata	24	0.000520	
Toplam	47		

**p<0.01

Varyans Analiz sonuçları incelendiğinde, sucuk örneklerinin titrasyon asitliği değerleri üzerine; kürleme ajanının, üretim sürecinin ve kürleme ajanı-üretim süreci interaksiyonunun etkileri istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.18. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki ortalama titrasyon asitliği (% laktik asit) verilerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

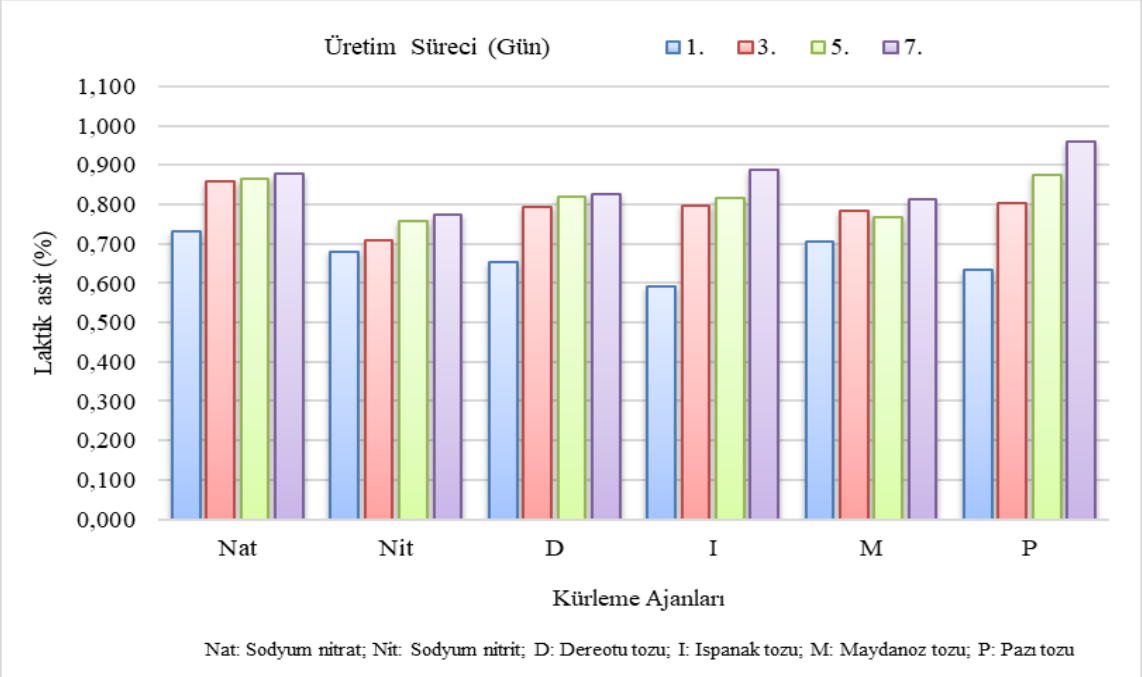
Kürleme ajanı (A)	**n**	**Laktik asit (%)**
Nitrat (Nat)	8	0.833 ± 0.024^{a}
Nitrit (Nit)	8	0.730 ± 0.015^{c}
Dereotu tozu (D)	8	0.772 ± 0.028^{b}
Ispanak tozu (I)	8	0.773 ± 0.042^{b}
Maydanoz tozu (M)	8	0.768 ± 0.017^{b}
Pazı tozu (P)	8	0.817 ± 0.045^{a}
Üretim süreci (B)		
1. Gün	12	0.665 ± 0.015^{d}
3. Gün	12	0.790 ± 0.014^{c}
5. Gün	12	0.817 ± 0.014^{b}
7. Gün	12	0.856 ± 0.018^{a}
AxB		
Nat x 1. Gün	2	0.732 ± 0.025^{hijk}
Nat x 3. Gün	2	0.857 ± 0.013^{bcdef}
Nat x 5. Gün	2	0.866 ± 0.022^{abcde}
Nat x 7. Gün	2	0.878 ± 0.022^{abc}
Nit x 1. Gün	2	0.680 ± 0.018^{jklm}
Nit x 3. Gün	2	0.710 ± 0.018^{ijkl}
Nit x 5. Gün	2	0.757 ± 0.002^{ghij}
Nit x 7. Gün	2	0.774 ± 0.011^{efghı}
D x 1. Gün	2	0.652 ± 0.006^{klm}
D x 3. Gün	2	0.792 ± 0.028^{cdefghı}
D x 5. Gün	2	0.819 ± 0.017^{bcdefgh}
D x 7. Gün	2	0.825 ± 0.015^{bcdefg}
I x 1. Gün	2	0.591 ± 0.009^{m}
I x 3. Gün	2	0.797 ± 0.006^{bcdefghı}
I x 5. Gün	2	0.815 ± 0.002^{bcdefgh}
I x 7. Gün	2	0.889 ± 0.010^{ab}
M x 1. Gün	2	0.706 ± 0.005^{ijkl}
M x 3. Gün	2	0.784 ± 0.014^{defghı}
M x 5. Gün	2	0.769 ± 0.034^{fghij}
M x 7. Gün	2	0.814 ± 0.007^{bcdefgh}
P x 1. Gün	2	0.634 ± 0.024^{lm}
P x 3. Gün	2	0.803 ± 0.001^{bcdefgh}
P x 5. Gün	2	0.875 ± 0.013^{abcd}
P x 7. Gün	2	0.958 ± 0.011^{a}

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

Sodyum nitrat ve pazı tozu ile kürlenen sucuk örneklerinin en yüksek laktik asit içeriğine sahip olduğu belirlenmiş olup, en düşük laktik asit içeriği ise sodyum nitrit ile kürlenen örneklerde tespit edilmiştir. Üretim sürecinde örneklerin laktik asit içeriği 1. günden 3. güne önemli ölçüde artış göstermiş olup, 3. günden sonra bu artış az miktarda da olsa devam etmiştir. Üretim sürecinin başında laktik asit miktarının önemli seviyede artması; bu süreçte fermantasyon şartlarının (Çizelge 3.2) uygulanmasından kaynaklanmakta olup, fermantasyonu takip eden süreçten, kurutma koşullarına geçilmesi sebebiyle laktik asit oluşum hızı yavaşlamıştır (laktik asit bakterilerinin faaliyetlerinin yavaşlaması/durdurulması nedeniyle). Üretim sürecinde laktik asit

bakterileri tarafından üretilen laktik asitin, karbonhidratların fermantasyonu sonucunda oluşan en önemli bileşik olduğu bildirilmiştir. Oluşan laktik asitin, sucuk örneklerinin titrasyon asitliği düzeyinde hızlı bir artışa ve buna bağlı olarak pH değerlerinde düşüşe neden olduğu ifade edilmiştir (Gök, 2006). Laktik asit miktarındaki artışın, sucuk hamuruna ilave edilen karbonhidrat kaynağının tipine/çeşidine ve miktarına, ortamdaki mikroorganizmaların karakterine, eklenen starter kültürlere ve miktarlarına, fermentasyon ve kurutma şartlarına ve kullanılan kılıfların çapına bağlı olduğu ifade edilmiştir (Ercoşkun, 2006).

Üretim sürecinin başında sucuk örneklerimizin laktik asit içeriklerinin % 0.591-0.732 arasında değiştiği; üretim sürecinin sonunda ise % 0.774-0.958 seviyelerine yükseldiği belirlenmiştir. Pazı tozu ile kürlenen sucuk örneklerinin üretim sürecinin 7. gününde en yüksek laktik asit içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Üretim sürecinde; farklı kürleme ajanları ile üretilen sucuk örneklerinin laktik asit içerikleri Şekil 4.4'de verilmiştir.



Şekil 4.4. Üretim sürecinde farklı kürleme ajanları içeren sucukların titrasyon asitliği (%)

Karakaya (1987), sucukların laktik asit içeriklerinin üretim sürecinin 1. gününde % 0.51-0.75; 7. gününde ise % 1.27 ile 1.78 arasında değiştiğini bildirmiştir. Sarıçoban ve Karakaya (2000), sığır etlerine farklı oranlarda yumurta tavuğu etleri katarak ürettikleri sucukların laktik asit içeriklerinin % 0.67-1.05 arasında değiştiğini ifade

etmişlerdir. Gök (2006), farklı antioksidanlar kullanarak ürettiği sucuk örnekleri için, üretimin başında ortalama laktik asit içeriklerinin; % 0.148-0.165; 7. günde ise; % 0.735-0.738 arasında değiştiğini bildirmiştir. Farklı starter kültür ilavesiyle ve farklı sıcaklıklar uygulanarak üretilen sucuklarda, titrasyon asitliği miktarları üretim sürecinin başında laktik asit cinsinden % 0.34-0.47; 7. günde ise % 0.88-1.46 olarak belirlenmiştir (Bilge, 2010). Zungur Bastıoğlu (2019), fermente dana sucuk üretiminde hayvansal yağ ikamesi olarak zeytinyağı kullanmış olup, sucuk örneklerinin titrasyon asitliklerinin üretim sürecinin başında ve son üründe sırasıyla % 0.48–0.63 ve %1.19–1.56 arasında değişim gösterdiğini belirlemiştir. Sucuk örneklerimizin titrasyon asitliği sonuçları, literatür verileri ile uyum içerisindedir.

4.2.5. Thiobarbitürik asit (TBA) sayısı analiz sonuçları

TBA sayısı; et ve et ürünlerinde lipid oksidasyonunun ikincil ürünü olan malonaldehit miktarının belirlenmesinde kullanılan bir parametredir. Et ve et ürünlerinde oksidasyon sonucunda oluşan aldehitlerin; renk, lezzet, protein stabilitesi ve fonksiyonelliği ile doğrudan ilişkili olduğu rapor edilmiştir (Lynch ve ark., 2001). Lipid oksidasyonunun seviyesinin ve/veya hızının, demir içeriğinden, doymamış yağ asitlerinin dağılımından, pH değerinden ve antioksidan seviyesinden etkilendiği bildirilmiştir (Wasowicz ve ark., 2004; Gatellier ve ark., 2007). Farklı kürleme ajanları içeren sucuk örneklerimizin depolama periyodunda, TBA (mg Malonaldehit/kg örnek) analizine ait verilerin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.19'da, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyodundaki TBA sayılarına ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Kürleme ajanı (A)	5	0.05579	97.69**
Depolama periyodu (B)	3	0.06807	119.19**
AxB	15	0.00297	5.20**
Hata	24	0.00057	
Toplam	47		

**p<0.01

Varyans Analiz sonuçlarına göre; 90 günlük depolama periyodunda sucuk örneklerinin TBA sayıları üzerine kürleme ajanının, depolama periyodunun ve kürleme

ajanı-depolama periyodu interaksiyonunun etkileri istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Ispanak tozu ile kürlenen örneklerin TBA sayıları, diğer gruplara göre en düşük çıkmış olup, en yüksek TBA sayıları ise dereotu ve maydanoz tozu ile kürlenen örneklerde belirlenmiştir. Bilimsel çalışmalarda, nitratın nitrite ve nitritin de nitrik oksite indirgenmesi/dönüşmesi sonucunda, nitrat ve nitritin kürlenmiş et ürünlerinde antioksidan rolü üstlendiği bildirilmiştir (Gray ve ark., 1981; Morrissey ve Tichivangana, 1985; Gökalp ve ark., 1987; O'Boyle ve ark., 1990; Sindelar ve Milkowski, 2012). Yedi günlük üretim sürecinin sonunda; dereotu ve maydanoz tozu ile kürlenen sucuk örneklerimizdeki nitratın tamamının nitrite indirgenmediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.22). Dereotu ve maydanoz tozu ilave edilen örneklerde lipit oksidasyonunun diğer örneklere göre daha fazla olmasının nedenlerinden birinin, nitratın tam olarak indirgenememesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Aynı zamanda kurutma işlemi; bazı sebzelerin antioksidan aktivitesini arttırıcı etki gösterirken, bazı sebzelerin antioksidan aktivitesini azaltıcı etki gösterdiği belirlenmiştir. Maydanoz; taze halde yüksek antioksidan aktiviteye sahipken (% 80.70) kurutma işlemi ile antioksidan aktivitesinin önemli düzeyde (% 47.07) düştüğü belirlenmiştir (Öz, 2015). Kurutma işlemi sonucunda ıspanak ve pazının serbest radikal süpürme kabiliyetleri sırasıyla; % 64.60 ve % 59.01'den % 77.96 ve % 80.66'ya yükselmiştir. Çalışmamızda farklı sebze tozları ile kürlenen sucuk örneklerinin TBA sayıları arasındaki farklılığın, kurutma prosesi ile sebzelerin antioksidan aktivitelerinde meydana gelen değişimlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

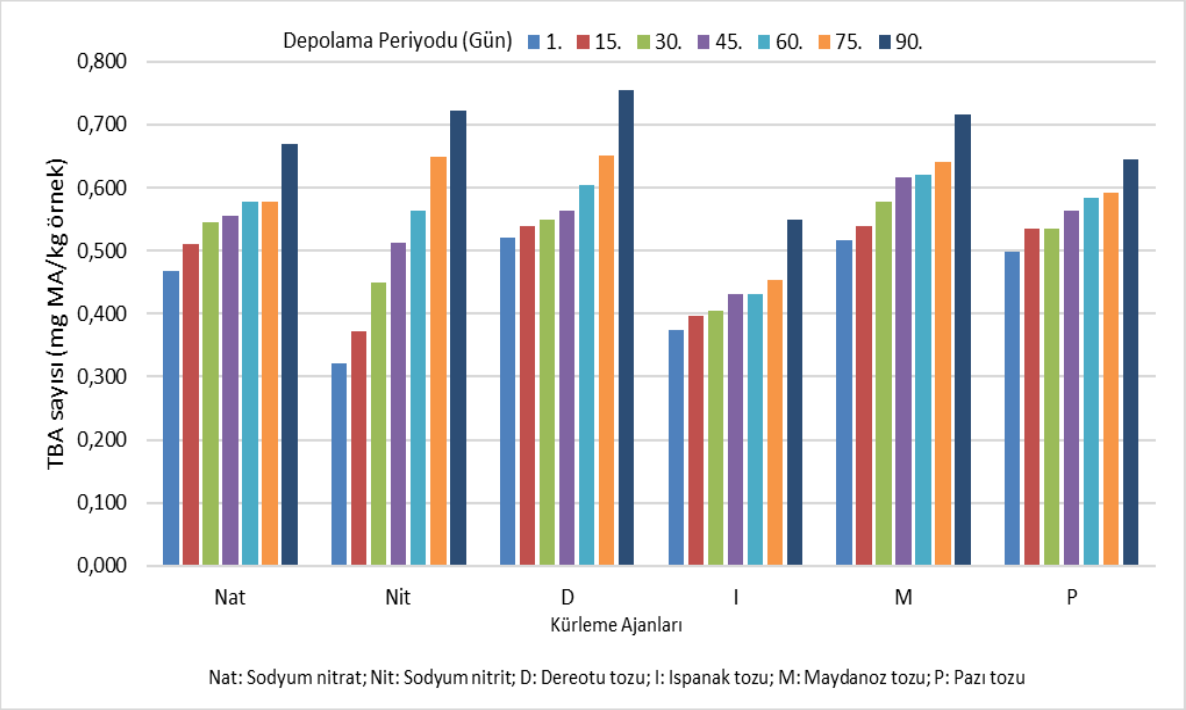
Depolama periyodunun ilerlemesiyle sucukların TBA sayılarında da artış gözlenmiştir. En yüksek TBA sayıları, depolamanın 90. gününde tespit edilmiştir. Dereotu tozu ilave edilen sucukların 90. günde en yüksek TBA sayısına sahip olduğu ve bunu sırasıyla sodyum nitrit ve maydanoz tozu ilave edilen sucuk örneklerinin takip ettiği belirlenmiştir. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyoduna ait TBA sayıları Şekil 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyodundaki ortalama TBA sayılarına ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme ajanı (A)	**n**	**TBA sayısı (mg MA/kg örnek)**
Nitrat (Nat)	14	0.557 ± 0.017^{b}
Nitrit (Nit)	14	0.513 ± 0.037^{c}
Dereotu tozu (D)	14	0.597 ± 0.022^{a}
Ispanak tozu (I)	14	0.434 ± 0.015^{d}
Maydanoz tozu (M)	14	0.603 ± 0.018^{a}
Pazı tozu (P)	14	0.564 ± 0.013^{b}
Depolama periyodu (B)		
1. Gün	12	0.450 ± 0.023^{e}
15. Gün	12	0.481 ± 0.021^{d}
30. Gün	12	0.510 ± 0.019^{d}
45. Gün	12	0.540 ± 0.018^{c}
60. Gün	12	0.564 ± 0.020^{bc}
75. Gün	12	0.594 ± 0.022^{b}
90. Gün	12	0.676 ± 0.021^{a}
AxB		
Nat x 1. Gün	2	0.467 ± 0.007^{lmnop}
Nat x 15. Gün	2	0.510 ± 0.000^{jklmn}
Nat x 30. Gün	2	$0.545 \pm 0.007^{ghijklm}$
Nat x 45. Gün	2	$0.556 \pm 0.018^{efghijkl}$
Nat x 60. Gün	2	$0.577 \pm 0.032^{defghijk}$
Nat x 75. Gün	2	$0.577 \pm 0.025^{defghijk}$
Nat x 90. Gün	2	0.669 ± 0.004^{abcd}
Nit x 1. Gün	2	0.322 ± 0.004^{q}
Nit x 15. Gün	2	0.372 ± 0.004^{pq}
Nit x 30. Gün	2	0.450 ± 0.018^{mnop}
Nit x 45. Gün	2	0.513 ± 0.004^{jklmn}
Nit x 60. Gün	2	$0.563 \pm 0.011^{efghijkl}$
Nit x 75. Gün	2	0.648 ± 0.025^{bcdef}
Nit x 90. Gün	2	0.722 ± 0.014^{ab}
D x 1. Gün	2	$0.520 \pm 0.018^{hijklmn}$
D x 15. Gün	2	0.538 ± 0.000^{hijklm}
D x 30. Gün	2	$0.549 \pm 0.018^{fghijklm}$
D x 45. Gün	2	$0.563 \pm 0.011^{efghijkl}$
D x 60. Gün	2	$0.605 \pm 0.032^{defghij}$
D x 75. Gün	2	0.651 ± 0.021^{bcde}
D x 90. Gün	2	0.754 ± 0.025^{a}
I x 1. Gün	2	0.375 ± 0.007^{pq}
I x 15. Gün	2	0.397 ± 0.021^{pq}
I x 30. Gün	2	0.404 ± 0.021^{opq}
I x 45. Gün	2	0.432 ± 0.014^{nop}
I x 60. Gün	2	0.432 ± 0.014^{nop}
I x 75. Gün	2	0.453 ± 0.021^{mnop}
I x 90. Gün	2	$0.549 \pm 0.011^{fghijklm}$
M x 1. Gün	2	0.517 ± 0.007^{ijklmn}
M x 15. Gün	2	0.538 ± 0.000^{hijklm}
M x 30. Gün	2	$0.577 \pm 0.032^{defghijk}$
M x 45. Gün	2	$0.616 \pm 0.036^{cdefghi}$
M x 60. Gün	2	0.620 ± 0.018^{cdefgh}
M x 75. Gün	2	0.641 ± 0.018^{bcdefg}
M x 90. Gün	2	0.715 ± 0.014^{abc}
P x 1. Gün	2	0.499 ± 0.023^{klmno}
P x 15. Gün	2	0.535 ± 0.021^{hijklm}
P x 30. Gün	2	0.535 ± 0.019^{hijklm}
P x 45. Gün	2	$0.563 \pm 0.018^{efghijkl}$
P x 60. Gün	2	$0.584 \pm 0.020^{defghijk}$
P x 75. Gün	2	$0.591 \pm 0.022^{defghijk}$
P x 90. Gün	2	0.644 ± 0.021^{bcdefg}

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

Bozkurt (2002), sucukların başlangıç TBA sayılarının 0.55 ile 0.79 (mg MA/kg örnek) arasında olduğunu belirlemiştir. Gök (2006), farklı antioksidan katkısı ile ürettiği sucukları 90 gün muhafaza etmiş ve 0., 30., 60. ve 90. günlerde bazı kalite parametrelerini incelemiştir. Örneklerin TBA sayılarının 1.04 ile 2.51(mg MA/kg örnek) arasında değiştiğini belirlemiştir. Çoksever ve Sarıçoban (2010); farklı oranlarda turunç albedosu ilave ettikleri sucuk örneklerinin 1. gün TBA sayısını 0.272 (mg MA/kg örnek), 21. günde ise 0.337 (mg MA/kg örnek) şeklinde tespit etmişler ve zamanla örneklerin TBA sayılarının yükseldiğini bildirmişlerdir. %5 seviyesinde turunç albedosu ilavesinin TBA sayısını arttırdığını, diğer uygulamaların ise azalttığını tespit etmişlerdir.



Şekil 4.5. Farklı kürleme ajanları içeren sucuklarda, depolama süresince TBA artışı

Yıldız-Turp ve Serdaroğlu (2008), sucuk üretiminde fındık yağı kullanarak bazı kalite karakteristiklerini belirledikleri, tüketime hazır sucukların TBA sayılarının; 0.42 ile 0.60 (mg MA/kg örnek) arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Palamutoğlu ve Sarıçoban (2012); sucuk örneklerinin TBA sayılarının 0.53-0.56 (mg MA/kg örnek) arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Ekiz (2016), sucuk kılıflarının yüzeyine farklı antimikrobiyal maddeler uygulamış ve 90 gün boyunca belirli periyotlarla sucukların kalite karakteristiklerini incelemiştir. Sucuk örneklerinin TBA sayılarının depolamanın

0. gününde 0.48-0.61 (mg MA/kg örnek); 90. gününde ise 0.72 ile 0.98 (mg MA/kg örnek) arasında değiştiğini bildirmiş olup depolama periyodunun ve antimikrobiyal madde uygulamasının, lipit oksidasyonunu istatistiki açıdan etkilediğini belirlemiştir. Ünal (2017), farklı hayvansal yağ ve değişik baharatlarla ürettiği sucukların ortalama TBA sayılarının 0.26-0.80 mg MA/kg örnek arasında değiştiğini ifade etmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar literatür bulgularıyla uyumludur.

4.2.6. Kalıntı nitrat analizi sonuçları

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecine ait kalıntı nitrat miktarlarının Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.21'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki kalıntı nitrat düzeylerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Kürleme ajanı (A)	5	1037.34	595.81**
Üretim süreci (B)	3	3812.96	2190.03**
AxB	15	104.25	59.88**
Hata	24	1.74	
Toplam	47		

**p<0.01

Varyans Analiz sonuçları incelendiğinde, sucuk örneklerinin kalıntı nitrat miktarları üzerine kürleme ajanının, üretim sürecinin ve kürleme ajanı-üretim süreci interaksiyonunun etkileri istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Üretim süreci için kürleme ajanları muamelesine göre değerlendirildiğinde, ortalama kalıntı nitrat miktarı en fazla (41.49 ppm) dereotu tozu içeren örneklerde belirlenmiş olup bunu sodyum nitrit (30.90 ppm) içeren sucuk örnekleri takip etmiştir. Ispanak tozu ilave edilen sucuk örneklerinin ise, en az ortalama kalıntı nitrat miktarına sahip olduğu belirlenmiştir. Dereotu tozu (D) ilaveli sucuk örnekleri hariç, diğer örneklerin yapay ve/veya doğal nitrat kaynağı ile kürlenmesine karşın, en yüksek nitrat içeriğinin Nit ilaveli örneklerde belirlenmesinin sebebi şu şekilde açıklanmaktadır; nitrat ve/veya nitritin parçalanarak nitrojen dioksiti (NO_2) oluşturduğu ve oluşan nitrojen dioksitin ortamda bulunan su ile girdiği reaksiyon sonucunda yeniden azot monoksit döngüsüne girerek nitratın oluşabileceği ifade edilmiştir (Devine ve ark., 2004; Pegg ve Shahidi, 2008; Sebranek, 2009).

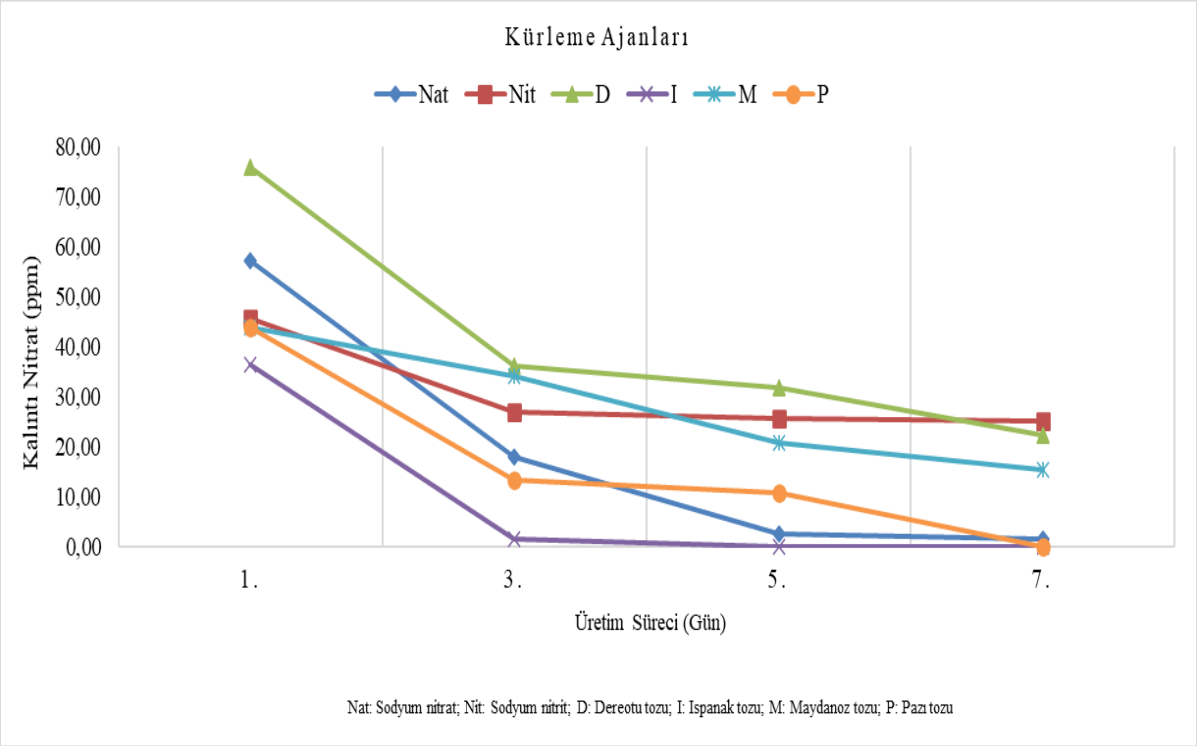
Çizelge 4.22. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki ortalama kalıntı nitrat düzeylerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme ajanı (A)	**n**	**Kalıntı nitrat (ppm)**
Nitrat (Nat)	8	19.89 ± 8.53^{d}
Nitrit (Nit)	8	30.90 ± 3.24^{b}
Dereotu tozu (D)	8	41.49 ± 7.77^{a}
Ispanak tozu (I)	8	9.52 ± 5.88^{f}
Maydanoz tozu (M)	8	28.57 ± 4.25^{c}
Pazı tozu (P)	8	16.98 ± 6.17^{e}
Üretim süreci (B)		
1. Gün	12	50.43 ± 3.90^{a}
3. Gün	12	21.73 ± 3.66^{b}
5. Gün	12	15.31 ± 3.54^{c}
7. Gün	12	10.76 ± 3.24^{d}
AxB		
Nat x 1. Gün	2	57.13 ± 0.42^{b}
Nat x 3. Gün	2	18.10 ± 1.81^{hij}
Nat x 5. Gün	2	2.69 ± 0.20^{l}
Nat x 7. Gün	2	1.61 ± 1.15^{l}
Nit x 1. Gün	2	45.66 ± 0.31^{c}
Nit x 3. Gün	2	27.00 ± 0.17^{ef}
Nit x 5. Gün	2	25.74 ± 0.61^{fg}
Nit x 7. Gün	2	25.22 ± 0.01^{fg}
D x 1. Gün	2	75.85 ± 0.35^{a}
D x 3. Gün	2	36.07 ± 0.44^{d}
D x 5. Gün	2	31.74 ± 0.44^{de}
D x 7. Gün	2	22.29 ± 2.69^{fgh}
I x 1. Gün	2	36.35 ± 1.01^{d}
I x 3. Gün	2	1.72 ± 0.54^{l}
I x 5. Gün	2	Te^{l}
I x 7. Gün	2	Te^{l}
M x 1. Gün	2	43.81 ± 0.39^{c}
M x 3. Gün	2	34.20 ± 1.76^{d}
M x 5. Gün	2	20.80 ± 1.22^{ghı}
M x 7. Gün	2	15.46 ± 1.23^{ijk}
P x 1. Gün	2	43.79 ± 0.36^{c}
P x 3. Gün	2	13.27 ± 0.52^{jk}
P x 5. Gün	2	10.87 ± 0.01^{k}
P x 7. Gün	2	Te^{l}

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

Üretim sürecinde ortalama en yüksek kalıntı nitrat içerikleri 1. günde, en düşük kalıntı nitrat içerikleri ise üretim sürecinin sonunda (7. günde) tespit edilmiştir. Üretim sürecinin 1. gününde 50.43 ppm olan nitrat miktarı 3. günde 21.73 ppm'e düşerek, nitrat miktarında yaklaşık %57'lik bir azalış belirlenmiştir. Bu önemli düzeydeki azalış; üretim sürecinin başı olan fermantasyon aşamasının starter kültürler için uygun şartları içermesi ve çalışmada kullanılan starter kültürlerden *S. carnosus*'un nitrat redüktaz aktivitesine sahip olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Üretim sürecinin sonunda en yüksek nitrat içeriğine sahip olan sucukların sırasıyla D, Nit ve M ilave edilmiş gruplar olduğu belirlenmiştir. Nat ilaveli sucukların ise 7. günde 1.61 ppm nitrat içerdiği tespit edilmiştir. Ispanak tozu ilaveli sucuklarda nitratın tamamının indirgenmesi sebebiyle, 5. günden sonra kalıntı nitrat tespit edilememiştir. Pazı tozu ilaveli sucuklarda ise 7. günde nitrat içeriğine rastlanmamıştır. Üretim sürecine ait tüm örnek grupları için nitratın indirgenme süreci Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6. Üretim sürecinde farklı kürleme ajanları içeren sucukların kalıntı nitrat içerikleri

Soyutemiz ve ark. (2004), sucukların üretim aşamalarında nitrat ve nitrit miktarlarındaki değişimleri gözlemlemişlerdir. Nitrat ilave ederek ürettikleri sucukların 0., 1., 6., 14. ve 18. günlerde, nitrat içeriklerinin 276.53 (0. gün) – 179.61 (18. gün) ppm arasında değiştiğini ve üretim süreci boyunca nitrat miktarının azaldığını belirlemişlerdir. Nitrat ve starter kültür ilave ederek ürettikleri sucukların nitrat içeriklerinin 286.70 (0. gün) – 170.48 (18. gün) ppm arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Nitrat ve nitrit ilave ederek ürettikleri sucuklar için nitrat içeriklerini; 0. günde 306.00 ppm, 18. günde 276.03 ppm olarak (üretim sürecinde kademeli olarak düştüğünü) rapor etmişlerdir. Nitrit ve starter kültür ilave ederek ısıl işlem uygulayarak

ürettikleri sucukların nitrat içeriklerini 0. gün 12.07 ppm, 1. gün 18.26 ppm, 4. gün 79.15 ppm ve ısıl işlem sonrasında 60.88 ppm olarak belirlemişlerdir. Sindelar ve ark. (2007), jambonları kürlemek amacıyla alternatif nitrat/nitrit kaynağı olarak sebze suyu tozu kullanmışlar ve kontrol grubuna ise kürleme ajanı olarak nitrit ilave etmişlerdir. 0. günde örneklerin nitrat içeriklerinin 11.5-43.6 ppm; 14. günde ise 9.2 ile 47.7 ppm arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyoduna ait kalıntı nitrat miktarlarının Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.23'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.24'de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyodundaki kalıntı nitrat düzeylerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	**SD**	**KO**	**F**
Kürleme ajanı (A)	5	236.430	536.13**
Depolama periyodu (B)	6	121.085	274.57**
AxB	30	32.505	73.71**
Hata	42	0.441	
Toplam	83		

**p<0.01

Varyans Analiz Sonuçlarına göre; sucuk örneklerinin kalıntı nitrat miktarları üzerine kürleme ajanının, depolama periyodunun ve kürleme ajanı-depolama periyodu interaksiyonunun etkileri istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. En yüksek nitrat içeriğine sahip olan sucuk örneklerinin Nit grubunda ve bunu sırasıyla D ve M ilaveli sucuk örneklerinin takip ettiği belirlenmiştir. Bu sucuk örneklerinin üretim sürecinin sonunda diğer gruplara kıyasla daha fazla kalıntı nitrat miktarına sahip olması, depolama periyodunda da bu örneklerin daha fazla nitrat içermesinin sebebini açıklamak için yeterli olmaktadır. Ispanak ve pazı tozu ile kürlenen örneklerde depolama periyodu boyunca nitrat tespit edilememiştir.

Çizelge 4.24. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyodundaki ortalama kalıntı nitrat düzeylerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme ajanı (A)	**n**	**Kalıntı nitrat (ppm)**
Nitrat (Nat)	14	0.22 ± 0.19^{c}
Nitrit (Nit)	14	10.66 ± 2.23^{a}
Dereotu tozu (D)	14	2.07 ± 1.41^{b}
Ispanak tozu (I)	14	0.00 ± 0.00^{c}
Maydanoz tozu (M)	14	2.24 ± 1.58^{b}
Pazı tozu (P)	14	0.00 ± 0.00^{c}
Depolama periyodu (B)		
1. Gün	12	8.94 ± 2.79^{a}
15. Gün	12	3.94 ± 2.48^{b}
30. Gün	12	1.38 ± 0.93^{c}
45. Gün	12	1.36 ± 0.92^{c}
60. Gün	12	1.15 ± 0.78^{c}
75. Gün	12	0.74 ± 0.52^{cd}
90. Gün	12	0.22 ± 0.16^{d}
AxB		
Nat x 1. Gün	2	1.51 ± 1.12^{e}
Nat x 15. Gün	2	Te
Nat x 30. Gün	2	Te
Nat x 45. Gün	2	Te
Nat x 60. Gün	2	Te
Nat x 75. Gün	2	Te
Nat x 90. Gün	2	Te
Nit x 1. Gün	2	23.34 ± 0.55^{a}
Nit x 15. Gün	2	22.22 ± 0.48^{a}
Nit x 30. Gün	2	8.27 ± 0.45^{c}
Nit x 45. Gün	2	8.19 ± 0.51^{c}
Nit x 60. Gün	2	6.87 ± 0.82^{cd}
Nit x 75. Gün	2	4.44 ± 1.15^{d}
Nit x 90. Gün	2	1.30 ± 0.51^{e}
D x 1. Gün	2	14.50 ± 0.97^{b}
D x 15. Gün	2	Te
D x 30. Gün	2	Te
D x 45. Gün	2	Te
D x 60. Gün	2	Te
D x 75. Gün	2	Te
D x 90. Gün	2	Te
I x 1. Gün	2	Te
I x 15. Gün	2	Te
I x 30. Gün	2	Te
I x 45. Gün	2	Te
I x 60. Gün	2	Te
I x 75. Gün	2	Te
I x 90. Gün	2	Te
M x 1. Gün	2	14.26 ± 1.62^{b}
M x 15. Gün	2	1.45 ± 1.12^{e}
M x 30. Gün	2	Te
M x 45. Gün	2	Te
M x 60. Gün	2	Te
M x 75. Gün	2	Te
M x 90. Gün	2	Te
P x 1. Gün	2	Te
P x 15. Gün	2	Te
P x 30. Gün	2	Te
P x 45. Gün	2	Te
P x 60. Gün	2	Te
P x 75. Gün	2	Te
P x 90. Gün	2	Te

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

Depolama periyodunun başlangıcında yaklaşık 9 ppm civarında bulunan kalıntı nitrat miktarı, 90. günde yaklaşık 0.20 ppm seviyesine düşmüştür. Nat ilaveli sucuk örnekleri için depolama periyodunun başında çok az seviyede bulunan nitrat, tamamen indirgenerek 15. gün ve sonrasında tespit edilememiştir. Nit ilaveli sucuk örnekleri için depolama başlangıcındaki nitrat içeriği 23.34 ppm iken; 90. günde 1.30 ppm'e düşmüştür. Dereotu tozu ilave edilen sucuk örneklerinde 15. gün ve sonrasında nitrat tespit edilememiştir. Maydanoz tozu ilave edilen örneklerde ise 30. gün ve sonrasında nitrat içeriğine rastlanmamıştır.

Jackson ve ark. (2011a) ticari olarak satışa sunulan ve doğal olarak nitrat içeren kaynaklarla kürlenmiş Frankfurter tipi sosislerin, jambonların (ham) ve bacon'ların (domuz eti pastırması) kalıntı nitrat miktarlarını incelemişlerdir. Frankfurter tipi sosislerin 1.50-6.10 ppm, jambonların 1.58-5.77 ppm, bacon'ların ise 1.18-5.28 ppm arasında kalıntı nitrat içeriklerine sahip olduklarını bildirmişlerdir. Jackson ve ark. (2011b); doğal olarak nitrat içeren kaynaklarla kürlenmiş Frankfurter tipi sosislerin 20.15 ile 71.80 ppm kalıntı nitrat içerdiğini rapor etmişlerdir.

Riel ve ark. (2017); maydanoz ekstraktını toz formuna getirmişler ve bu tozu Mortadella tipi salamların alternatif olarak kürlenmesi amacıyla kullanmışlardır. 28 günlük depolama periyodunda, örneklerin nitrat içeriklerini 1., 7., 14., 21. ve 28. günlerde incelemişlerdir. Örneklerin kalıntı nitrat içeriklerinin 2.99-31.31 ppm arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda 60 ve 120 ppm seviyelerinde doğal nitrat kaynağıyla üretilen örneklerin, endüstriyel yöntemle (yapay sodyum nitrit içeren) üretilen örneklere alternatif olabileceklerini bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen kalıntı nitrat içeriği sonuçları literatür bulguları ile uyum içerisindedir.

4.2.7. Kalıntı nitrit analizi sonuçları

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecine ait kalıntı nitrit miktarlarının Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.25'te, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.25. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki kalıntı nitrit düzeylerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	**SD**	**KO**	**F**
Kürleme ajanı (A)	5	13.620	303.81**
Üretim süreci (B)	3	92.380	2060.65**
AxB	15	19.290	430.28**
Hata	24	0.045	
Toplam	47		

**p<0.01

Varyans Analiz Sonuçlarına göre; sucuk örneklerinin kalıntı nitrit miktarları üzerine kürleme ajanının, üretim sürecinin ve kürleme ajanı-üretim süreci interaksiyonunun etkileri istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur.

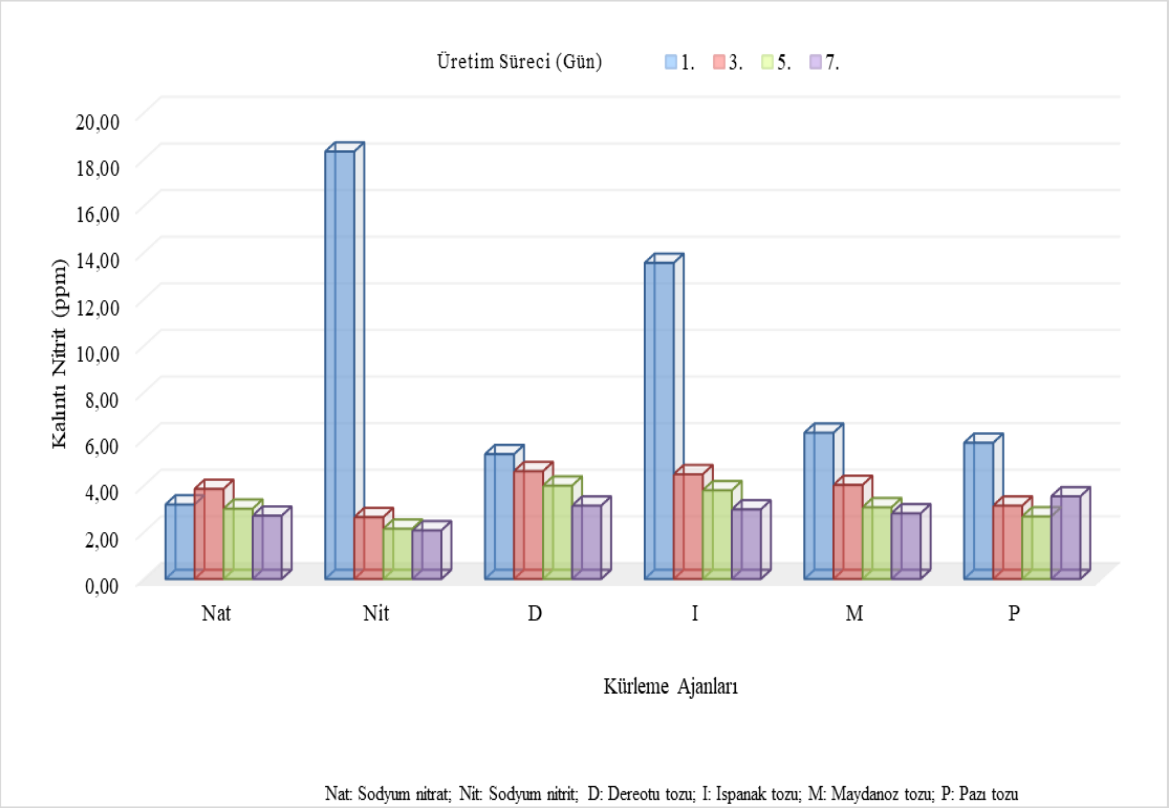
Üretim sürecinde sucuk örneklerinin kalıntı nitrit içerikleri belirlenmiş olup, Nat ilaveli sucukların en düşük (3.20 ppm) nitrit içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Bunu pazı tozu ilaveli örnekler (3.81 ppm) takip etmiştir. En yüksek kalıntı nitrit içeriği ise; Nit ve I ilaveli sucuklarda tespit edilmiştir. Bu örneklerin diğer gruplara kıyasla daha fazla kalıntı nitrit içermesinin sebebinin; Nit'li sucukların sodyum nitrit ile kürlenmesi ve I'lı örneklerde ise 5. günden itibaren nitratın tamamının (çok kısa sürede) nitrite indirgenmesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Üretim (olgunlaştırma) sürecinde sucukların nitrit içeriği zamanla kademeli bir şekilde azalmıştır. Bu süreçte laktik asit bakterilerinin faaliyeti sonucunda meydana gelen pH düşüşü ile nitritin, nitroz oksite parçalandığı bildirilmiş ve bu nedenle fermentasyon süresince kalıntı nitrit miktarının azalacağı ifade edilmiştir (Vural ve Öztan, 1992; Özer, 1995; Pérez-Rodríguez ve ark., 1996).

Çizelge 4.26. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki ortalama kalıntı nitrit düzeylerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme ajanı (A)	**n**	**Kalıntı nitrit (ppm)**
Nitrat (Nat)	8	3.20 ± 0.16^{d}
Nitrit (Nit)	8	6.32 ± 2.64^{a}
Dereotu tozu (D)	8	4.29 ± 0.31^{b}
Ispanak tozu (I)	8	$6,22\pm1.76^{a}$
Maydanoz tozu (M)	8	4.06 ± 0.52^{bc}
Pazı tozu (P)	8	3.81 ± 0.47^{c}
Üretim süreci (B)		
1. Gün	12	8.77 ± 1.62^{a}
3. Gün	12	3.81 ± 0.21^{b}
5. Gün	12	3.13 ± 0.17^{c}
7. Gün	12	2.89 ± 0.17^{d}
AxB		
Nat x 1. Gün	2	3.20 ± 0.05^{ghijkl}
Nat x 3. Gün	2	3.87 ± 0.06^{fghı}
Nat x 5. Gün	2	3.02 ± 0.00^{ijklm}
Nat x 7. Gün	2	2.72 ± 0.03^{klmn}
Nit x 1. Gün	2	18.35 ± 0.24^{a}
Nit x 3. Gün	2	2.66 ± 0.17^{lmn}
Nit x 5. Gün	2	2.16 ± 0.07^{mn}
Nit x 7. Gün	2	2.09 ± 0.00^{n}
D x 1. Gün	2	5.36 ± 0.01^{de}
D x 3. Gün	2	4.63 ± 0.03^{ef}
D x 5. Gün	2	4.01 ± 0.07^{fgh}
D x 7. Gün	2	3.15 ± 0.00^{hijkl}
I x 1. Gün	2	13.57 ± 0.12^{b}
I x 3. Gün	2	4.50 ± 0.10^{f}
I x 5. Gün	2	3.81 ± 0.00^{fghıj}
I x 7. Gün	2	2.99 ± 0.03^{jklm}
M x 1. Gün	2	6.28 ± 0.30^{c}
M x 3. Gün	2	4.04 ± 0.03^{fg}
M x 5. Gün	2	3.08 ± 0.07^{ijkl}
M x 7. Gün	2	2.82 ± 0.07^{klmn}
P x 1. Gün	2	5.85 ± 0.53^{cd}
P x 3. Gün	2	3.15 ± 0.07^{hijkl}
P x 5. Gün	2	2.69 ± 0.00^{lmn}
P x 7. Gün	2	3.55 ± 0.03^{ghijk}

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

Üretim sürecinin başlangıcından sonuna doğru genellikle sucuk örneklerinin (Nat grubu hariç) nitrit içeriğinde azalış tespit edilmiştir. Sodyum nitrat ile kürlenen sucuk örneklerinin nitrit içeriğinin 3. gün bir miktar artıp sonra tekrar azalış göstermesinin; nitratın indirgenme sürecinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Üretim sürecinin sonunda en düşük nitrit içeriğine sahip olan sucukların Nit; en yüksek seviyede nitrit içeren sucukların ise P ilaveli örnekler olduğu belirlenmiştir. Üretim sürecinde örneklerin kalıntı nitrit miktarındaki değişimler Şekil 4.7'de gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Üretim sürecinde farklı kürleme ajanları içeren sucukların kalıntı nitrit içerikleri

Vural ve Öztan (1992); 100 ve 150 ppm nitrit ilave edilmiş sucukların fermantasyonu sonunda, örneklerdeki kalıntı nitrit miktarlarının sırasıyla ortalama 40 ve 56 ppm olduğunu belirlemişlerdir.

Navarro ve ark. (1997), sucuk hamuruna 150 ppm nitrit eklemişler ve sucuk örneklerinde üç günlük fermentasyon sonunda 15.51 ppm kalıntı nitrit, 28 günün sonunda ise kalıntı nitrit tespit edememişlerdir.

Soyutemiz ve ark. (2004), sucukların üretim aşamalarında nitrat ve nitrit miktarlarındaki değişimleri belirlemişlerdir. Nitrat ilave ederek ürettikleri sucukların 0., 1., 6., 14. ve 18. günlerinde nitrit içeriklerinin 9.90 (18.gün) - 49.50 (6. gün) ppm arasında değiştiğini ve 0. ve 1. gün ise örneklerde nitrit tespit edemediklerini rapor etmişlerdir. Nitrat ve starter kültür ilave ederek ürettikleri sucukların üretim (olgunlaştırma) sürecinin 0. gününde nitrit tespit edemediklerini, 1. gün için ortalama 24.75 ppm olan nitrit miktarının ise 18. günde 7.42 ppm'e düştüğünü belirlemişlerdir. Nitrat ve nitrit ilave ederek ürettikleri sucuklar için nitrit miktarlarını 0. günde 152.00 ppm, 18. günde 11.07 ppm olarak (üretim sürecinde kademeli olarak düştüğünü) tespit etmişlerdir. Nitrit ve starter kültür ilave ederek ısıl işlem uygulaması ile ürettikleri

sucukların nitrit içeriklerini; 0. gün 138.86 ppm, 1. gün 113.85 ppm, 4. gün 44.55 ppm ve ısıl işlem uygulama sonrasında ise 24.75 ppm olarak belirlemişlerdir.

Farklı fermentasyon sürelerinde; ısıl işlem öncesi, ısıl işlem sonrası ve geleneksel sucuk örneklerinin bazı kalite karakteristikleri belirlenmiştir. Isıl işlem uygulanmayan sucuklarda kalıntı nitrit içerikleri; 0. gün 27.83, 3. gün 12.47, 6. gün 7.69 ppm olarak; geleneksel sucuklarda ise, ortalama 6.04 ppm düzeyinde tespit edilmiştir. Isıl işlem uygulama sonrası sucukların kalıntı nitrit miktarları 0. gün 9.85, 3. gün 5.95 ve 6. gün 1.84 ppm şeklinde saptanmıştır. Isıl işlem uygulamasının, sucukların kalıntı nitrit miktarlarında azalışa neden olduğu belirlenmiştir (Ercoşkun, 2006).

Farklı starter kültürler ve nitrit seviyeleri (0, 75, 150 ppm) ile üretilen sucukların olgunlaşma süresince kalıntı nitrit içeriklerinin; 3. gün 0.76-17.77, 6. gün 1.62-11.18, 9. gün 2.33-10.35 ve 12. gün 2.18-8.88 ppm aralığında değiştiği bildirilmiştir (Gençcelep, 2006).

Sucukların bazı kalite parametreleri üzerine farklı sıcaklıklarda ısıl işlem uygulamasının etkilerinin belirlendiği bir çalışmada, kalıntı nitrit miktarı ısıl işlem öncesi 11.84 ppm, 60°C, 65°C ve 70°C de ısıl işlem uygulanan sucuklarda ise sırasıyla 6.5, 4.48 ve 3.49 ppm olarak belirlenmiş olup, geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda ise 6.59 ppm düzeyinde kaldığı ifade edilmiştir (Toptancı, 2007).

Farklı seviyelerde yağ ve portakal lifi ilave edilerek üretilen sucukların üretim (olgunlaştırma) sürecinde kalıntı nitrit içerikleri belirlenmiştir. Üretim sürecinin 1. gününde ortalama kalıntı nitrit miktarları portakal lifi içermeyen örneklerde 100 ppm'in, %2 lif içeren örneklerde 65 ppm'in ve %4 portakal lifi içeren örneklerde ise 50 ppm"in altında olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla, portakal lifi ilavesinin fermentasyon aşamasında örneklerin nitrit miktarlarında önemli bir düşüşe sebep olduğu ifade edilmiştir. Üretim sürecinin 3. gününde ise örneklerin hepsinde kalıntı nitrit miktarının 20 ppm'in altında olduğu rapor edilmiştir. Üretim sürecinin 7. gününde örneklerin kalıntı nitrit içeriklerinin 6.1-9.9 ppm arasında değiştiği bildirilmiştir (Yalınkılıç, 2009).

Çalışmamızda belirlediğimiz kalıntı nitrit miktarları, literatürdeki veriler ile benzerlik göstermektedir.

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyoduna ait kalıntı nitrit miktarlarının Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.27'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.28'de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyodundaki kalıntı nitrit düzeylerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Kürleme ajanı (A)	5	1.5138	103.92**
Depolama periyodu (B)	6	0.8645	59.34**
AxB	30	0.0976	6.70**
Hata	42	0.0146	
Toplam	83		

**p<0.01

Varyans Analiz Sonuçlarına göre; sucuk örneklerinin kalıntı nitrit miktarları üzerine kürleme ajanının, depolama periyodunun ve kürleme ajanı-depolama periyodu interaksiyonunun etkileri istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) düzeyde olmuştur.

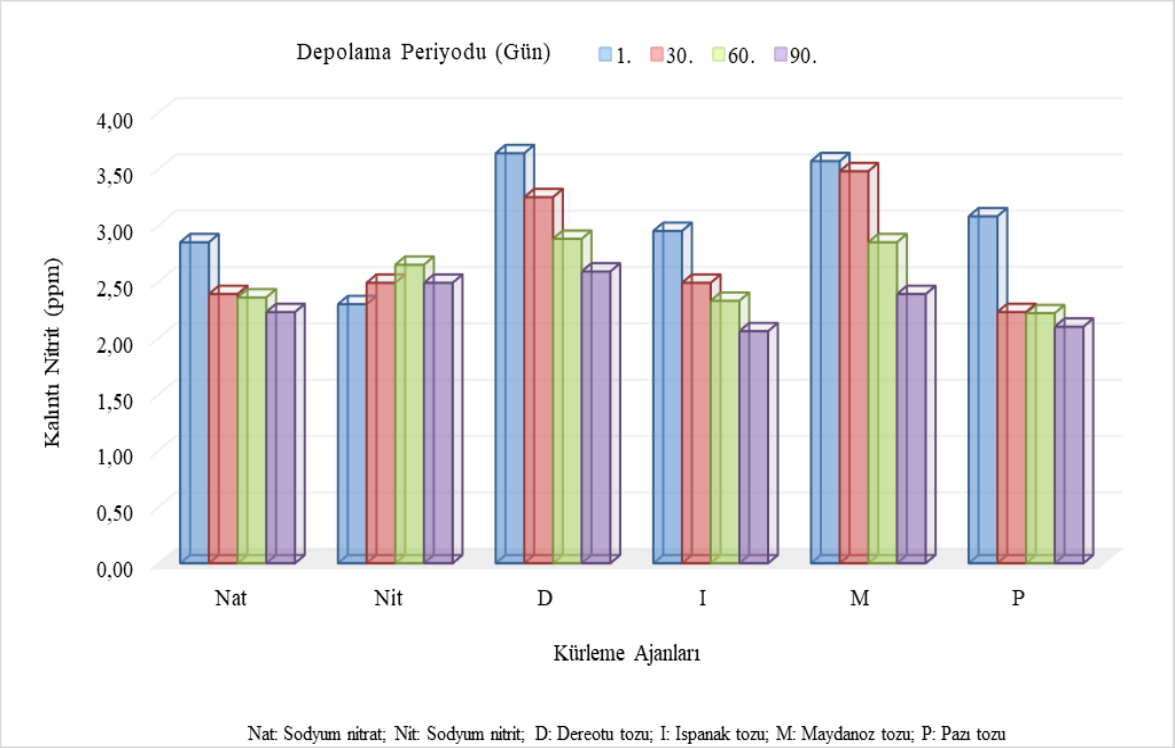
Depolama periyodunda, dereotu tozu ilave edilen sucuk örneklerinin en yüksek kalıntı nitrit içeriklerine sahip olduğu, bunu maydanoz tozu ilave edilen örneklerin takip ettiği belirlenmiştir. Diğer sucuk örneklerinin ise en düşük ortalama kalıntı nitrit içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Maydanoz ve dereotu tozu ilaveli sucukların nitrat içeriklerinin diğer gruplara göre daha geç indirgenmesi, bu sucuk örneklerinin nispeten daha fazla kalıntı nitrit içermesine neden olmuştur. Depolama periyodunun ilerlemesiyle nitrit (Nit) ilaveli sucuk örnekleri hariç, diğer örneklerin kalıntı nitrit miktarları azalmıştır. Nit ilaveli sucukların 30., 60. ve 90. günlerde artış göstermesinin nedeni; bu örnek grubunda kalıntı nitratın bu süreçte hala nitrite indirgenmeye devam etmesidir. 90 günlük depolama periyodunun sonunda en düşük nitrit içeriği ıspanak tozu ilave edilen sucuklarda tespit edilmiş olup bunu pazı tozu ilave edilen sucuk örnekleri takip etmiştir. Depolama periyodunun 1., 30., 60. ve 90. günlerinde sucukların kalıntı nitrit miktarlarındaki değişim Şekil 4.8'de verilmiştir.

Jackson ve ark. (2011a); ticari olarak satışa sunulan ve doğal olarak kürlenmiş Frankfurter tipi sosislerin 0.62-65.69 ppm, jambonların 5.09-12.64 ppm, bacon'ların ise 3.39-22.31 ppm arasında kalıntı nitrit içeriklerine sahip olduklarını bildirmişlerdir. Jackson ve ark. (2011b); doğal olarak kürlenmiş Frankfurter tipi sosislerin 2.00 ile 39.90 ppm kalıntı nitrit içerdiğini belirlemişlerdir.

Çizelge 4.28. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyodundaki kalıntı nitrit düzeylerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme ajanı (A)	**n**	**Kalıntı nitrit (ppm)**
Nitrat (Nat)	14	2.43 ± 0.06^{c}
Nitrit (Nit)	14	2.40 ± 0.05^{c}
Dereotu tozu (D)	14	3.08 ± 0.12^{a}
Ispanak tozu (I)	14	2.39 ± 0.08^{c}
Maydanoz tozu (M)	14	2.93 ± 0.12^{b}
Pazı tozu (P)	14	2.32 ± 0.09^{c}
Depolama periyodu (B)		
1. Gün	12	3.07 ± 0.14^{a}
15. Gün	12	2.68 ± 0.14^{bc}
30. Gün	12	2.72 ± 0.14^{b}
45. Gün	12	2.54 ± 0.09^{c}
60. Gün	12	2.55 ± 0.09^{c}
75. Gün	12	2.28 ± 0.07^{d}
90. Gün	12	2.31 ± 0.06^{d}
AxB		
Nat x 1. Gün	2	2.85 ± 0.03^{defghı}
Nat x 15. Gün	2	2.59 ± 0.04^{efghıjk}
Nat x 30. Gün	2	2.39 ± 0.03^{hıjkl}
Nat x 45. Gün	2	2.36 ± 0.00^{ijkl}
Nat x 60. Gün	2	2.36 ± 0.00^{ijkl}
Nat x 75. Gün	2	2.20 ± 0.10^{jkl}
Nat x 90. Gün	2	2.23 ± 0.06^{jkl}
Nit x 1. Gün	2	2.30 ± 0.00^{jkl}
Nit x 15. Gün	2	2.23 ± 0.06^{jkl}
Nit x 30. Gün	2	2.49 ± 0.07^{fghıjkl}
Nit x 45. Gün	2	2.43 ± 0.13^{ghıjkl}
Nit x 60. Gün	2	2.65 ± 0.23^{efghıj}
Nit x 75. Gün	2	2.23 ± 0.00^{jkl}
Nit x 90. Gün	2	2.49 ± 0.07^{fghıjkl}
D x 1. Gün	2	3.64 ± 0.16^{a}
D x 15. Gün	2	3.59 ± 0.24^{ab}
D x 30. Gün	2	3.25 ± 0.03^{abcd}
D x 45. Gün	2	3.02 ± 0.14^{cde}
D x 60. Gün	2	2.88 ± 0.13^{defgh}
D x 75. Gün	2	2.62 ± 0.13^{efghıj}
D x 90. Gün	2	2.59 ± 0.10^{efghıjk}
I x 1. Gün	2	2.95 ± 0.06^{def}
I x 15. Gün	2	2.49 ± 0.07^{fghıjkl}
I x 30. Gün	2	2.49 ± 0.06^{fghıjkl}
I x 45. Gün	2	2.33 ± 0.03^{jkl}
I x 60. Gün	2	2.33 ± 0.04^{jkl}
I x 75. Gün	2	2.06 ± 0.03^{l}
I x 90. Gün	2	2.06 ± 0.03^{l}
M x 1. Gün	2	3.57 ± 0.10^{ab}
M x 15. Gün	2	2.92 ± 0.03^{defg}
M x 30. Gün	2	3.48 ± 0.06^{abc}
M x 45. Gün	2	2.85 ± 0.04^{defghı}
M x 60. Gün	2	2.85 ± 0.04^{defghı}
M x 75. Gün	2	2.46 ± 0.03^{fghıjkl}
M x 90. Gün	2	2.39 ± 0.03^{hıjkl}
P x 1. Gün	2	3.08 ± 0.13^{bcde}
P x 15. Gün	2	2.26 ± 0.03^{jkl}
P x 30. Gün	2	2.23 ± 0.00^{jkl}
P x 45. Gün	2	2.23 ± 0.00^{jkl}
P x 60. Gün	2	2.22 ± 0.00^{jkl}
P x 75. Gün	2	2.10 ± 0.07^{kl}
P x 90. Gün	2	2.10 ± 0.07^{kl}

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



Şekil 4.8. Depolama periyodunda farklı kürleme ajanları içeren sucukların kalıntı nitrit içerikleri

Riel ve ark. (2017); toz formunda maydanoz ekstraktı ilave ettikleri Mortadella salamlarının 28 günlük depolama periyodunda, nitrit miktarlarını 1., 7., 14., 21. ve 28. günlerde tespit etmişlerdir. Salamların kalıntı nitrit içeriklerinin ortalama 1.00-11.02 ppm arasında değiştiğini ve depolama periyodunun ilerlemesiyle salamların nitrit miktarlarının azaldığını rapor etmişlerdir.

Sucu ve Turp (2018); alternatif kürleme ajanı olarak kırmızı pancarı fermente sucuk üretiminde kullanmışlardır. Bu şekilde üretilen fermente sucuklar, 84 gün buzdolabı koşullarında muhafaza edilmiş ve 0. günden başlanarak 14 gün aralıklarla örneklerin bazı kalite karakteristikleri belirlenmiştir. Sucukların kalıntı nitrit içeriklerinin 0. gün 2.68-3.02, 14. gün 1.89-2.45, 28. gün 1.79-2.40, 42. gün 1.82-2.39, 56. gün 1.40-2.15, 70. gün 1.64-2.42 ve 84. gün 1.21-1.82 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Sucuk örneklerimizde belirlediğimiz kalıntı nitrit içerikleri, daha önceki literatür bildirişleriyle paralellik arz etmiştir.

4.2.8. Nitrozomyoglobin analizi sonuçları

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecine ait nitrozomyoglobin miktarlarının Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.29'da, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki nitrozomyoglobin içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Kürleme ajanı (A)	5	10.014	3.88*
Üretim süreci (B)	1	507.196	196.72**
AxB	5	3.382	1.31
Hata	12	2.578	
Toplam	23		

*p<0.05, **p<0.01

Varyans Analiz sonuçları incelendiğinde, nitrozomyoglobin oluşum miktarı üzerine; kürleme ajanının ve üretim sürecinin etkileri istatistiki açıdan önemli ($p<0.01;0.05$) düzeyde bulunmuştur. Kürleme ajanı-üretim süreci interaksiyonunun örneklerin nitrozomyoglobin miktarı üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsizdir ($p>0.05$). Pazı tozu ilave edilen sucukların en yüksek nitrozomyoglobin içeriğine sahip olduğu, en düşük nitrozomyoglobin içeriğinin ise dereotu tozu ilave edilen sucuklarda bulunduğu belirlenmiştir. Dereotu tozu ilaveli sucuklardaki bu durumun; muhtemelen nitratın daha yavaş indirgenmesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Üretim sürecinin sonunda (7. gün), başlangıca (1. gün) göre nitrozomyoglobin miktarında önemli ölçüde artış gözlenmiştir. Fermantasyon sürecinde; nitratın nitrite ve nitritin de indirgenmesi sonucu oluşan nitrik oksitin, et pigmenti myoglobin ile reaksiyona girdiği ve böylece tipik kırmızımsı kür rengini oluşturan nitrozomyoglobinin meydana geldiği bildirilmiştir (Pérez-Rodríguez ve ark., 1996; Bayraktar ve ark., 1998; Adamsen ve ark., 2006; Armenteros ve ark., 2012).

Ercoşkun (2006), sucuk örneklerinde nitrozomyoglobin içeriklerinin 0. gün % 36.17 olduğunu, 6. gün % 82.72'ye ve 9. Gün ise % 85.16'ya yükseldiğini rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.30. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki ortalama nitrozomyoglobin içeriklerine (%) ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme ajanı (A)	**n**	**Nitrozomiyoglobin (%)**
Nitrat (Nat)	4	21.22±1.72^{ab}
Nitrit (Nit)	4	21.01±1.86^{ab}
Dereotu tozu (D)	4	17.74±1.39^{b}
Ispanak tozu (I)	4	20.93±2.32^{ab}
Maydanoz tozu (M)	4	20.33±2.13^{ab}
Pazı tozu (P)	4	22.50±2.24^{a}
Üretim Süreci (B)		
1. Gün	12	16.02±0.46^{b}
7. Gün	12	25.22±0.73^{a}
AxB		
Nat x 1. Gün	2	17.39±1.93
Nat x 7. Gün	2	25.05±1.46
Nit x 1. Gün	2	16.55±1.12
Nit x 7. Gün	2	25.47±0.20
D x 1. Gün	2	14.47±0.97
D x 7. Gün	2	21.02±0.80
I x 1. Gün	2	15.36±1.19
I x 7. Gün	2	26.51±0.73
M x 1. Gün	2	15.36±0.33
M x 7. Gün	2	25.30±2.18
P x 1. Gün	2	17.02±0.09
P x 7. Gün	2	27.98±0.20

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

Başka bir çalışmada, sucukların nitrozomyoglobin içeriklerinin; örneklere ısıl işlem uygulamadan önce %78.61, 60°C, 65°C ve 70°C'de ısıl işlem uygulanmış sucuklarda sırasıyla %82.09, %82.81 ve %83.86 seviyelerinde olduğu belirlenmiştir (Toptancı, 2007).

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyoduna ait nitrozomyoglobin miktarlarının Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.31'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.32'de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyodundaki nitrozomyoglobin içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	**SD**	**KO**	**F**
Kürleme ajanı (A)	5	29.53	3.71**
Depolama periyodu (B)	3	1464.17	184.12**
AxB	15	14.30	1.80
Hata	24	7.95	
Toplam	47		

**$p<0.01$

Varyans Analiz sonuçlarına göre depolama periyodunda nitrozomyoglobin oluşum miktarı üzerine; kürleme ajanının ve depolama periyodunun etkileri istatistiki

açıdan önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Kürleme ajanı-depolama periyodu interaksiyonunun sucukların nitrozomyoglobin miktarı üzerine etkisi ise istatistiki açıdan önemsizdir ($p>0.05$).

Çizelge 4.32. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyodundaki ortalama nitrozomyoglobin içeriklerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme ajanı (A)	**N**	**Nitrozomiyoglobin (%)**
Nitrat (Nat)	8	31.82 ± 3.33^{b}
Nitrit (Nit)	8	35.86 ± 4.15^{ab}
Dereotu tozu (D)	8	33.00 ± 3.71^{ab}
Ispanak tozu (I)	8	37.16 ± 3.86^{a}
Maydanoz tozu (M)	8	34.19 ± 4.18^{ab}
Pazı tozu (P)	8	34.51 ± 3.42^{ab}
Depolama periyodu (B)		
1. Gün	12	25.22 ± 0.73^{b}
30. Gün	12	24.61 ± 0.90^{b}
60. Gün	12	42.46 ± 0.75^{a}
90. Gün	12	45.40 ± 1.52^{a}
AxB		
Nat x 1. Gün	2	25.05±1.46
Nat x 30. Gün	2	22.04±3.10
Nat x 60. Gün	2	39.49±0.88
Nat x 90. Gün	2	40.69±4.18
Nit x 1. Gün	2	25.47±0.20
Nit x 30. Gün	2	25.31±0.29
Nit x 60. Gün	2	42.88±1.63
Nit x 90. Gün	2	49.80±3.74
D x 1. Gün	2	21.02±0.80
D x 30. Gün	2	26.27±1.90
D x 60. Gün	2	40.88±1.78
D x 90. Gün	2	43.86±2.78
I x 1. Gün	2	26.51±0.73
I x 30. Gün	2	28.71±0.05
I x 60. Gün	2	41.98±1.49
I x 90. Gün	2	51.46±0.31
M x 1. Gün	2	25.30±2.18
M x 30. Gün	2	21.57±0.26
M x 60. Gün	2	44.86±0.78
M x 90. Gün	2	45.02±3.27
P x 1. Gün	2	27.98±0.20
P x 30. Gün	2	23.79±1.88
P x 60. Gün	2	44.66±2.26
P x 90. Gün	2	41.60±2.54

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

Depolama periyodunun ilerlemesiyle, sucuk örneklerinin nitrozomyoglobin miktarlarında artışlar gözlenmiştir. Depolama periyodunda en yüksek nitrozomyoglobin içeriğine ıspanak tozu ilaveli sucuk örneklerinin sahip olduğu belirlenmiştir. Nitrat ile kürlenen örneklerin ise; en düşük nitrozomyoglobin içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Ünal (2017); farklı yağ çeşitleri ve değişik baharatlar ilave ederek ürettiği sucukların nitrozomyoglobin içeriklerinin; % 37.47-51.64 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir.

Sucuk örneklerimizde tespit edilen nitrozomyoglobin içerikleri, Ünal (2017)'ın bulgularıyla paralellik arz etmesine karşın, diğer bazı literatür verilerinden daha düşük seviyede kalmıştır. Bu durumun muhtemelen; diğer çalışmalarda üretilen sucukların formülasyonları, üretim yöntemleri ve koşullarıyla, uygulanan işlemlerdeki farklılıklardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.2.9. Renk analizi sonuçları

4.2.9.1. Dış kesit renk analizi sonuçları

Üretim sürecinde, farklı kürleme ajanları içeren sucukların dış kesit yüzeylerine ait *L**, *a** ve *b** değerlerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.33'te, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.34'de verilmiştir.

Çizelge 4.33. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecinde dış kesit yüzeylerinin renk parametrelerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	*L**		*a**		*b**	
		KO	F	KO	F	KO	F
Kürleme ajanı (A)	5	9.499	7.39**	13.8240	21.17**	3.8788	5.30**
Üretim süreci (B)	3	107.517	83.63**	54.3497	83.21**	48.6515	66.52**
AxB	15	5.407	4.21**	1.1259	1.72	1.3641	1.87
Hata	24	1.286		0.6531		0.7314	
Toplam	47						

**p<0.01

Varyans Analiz sonuçları incelendiğinde, üretim sürecinde sucuk örneklerinin dış kesit yüzeylerinin renk değerleri (*L**, *a** ve *b**) üzerine kürleme ajanının ve üretim sürecinin etkileri istatistiki açıdan önemli (p<0.01) düzeyde bulunmuştur. Sucukların dış kesit yüzeyi *L** renk değerleri üzerine kürleme ajanı-üretim süreci interaksiyonunun etkisi istatistiki açıdan önemli (p<0.01) düzeyde bulunmuştur.

Ispanak tozu ilave edilen örneklerin en yüksek *L** değerine sahip olduğu belirlenmiş olup, en düşük parlaklık değeri ise maydanoz tozu içeren örneklerde tespit edilmiştir. Sodyum nitrit ilave edilen örneklerin en yüksek *a** (kırmızılık) değerlerine sahip olduğu ve bunu pazı tozu ilave edilen sucuk örneklerinin takip ettiği

belirlenmiştir. Aynı zamanda, nitrit (Nit) ilaveli sucukların en yüksek *b** (sarılık) değerlerine de sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.34. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecinde dış kesit yüzeylerinin ortalama renk değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

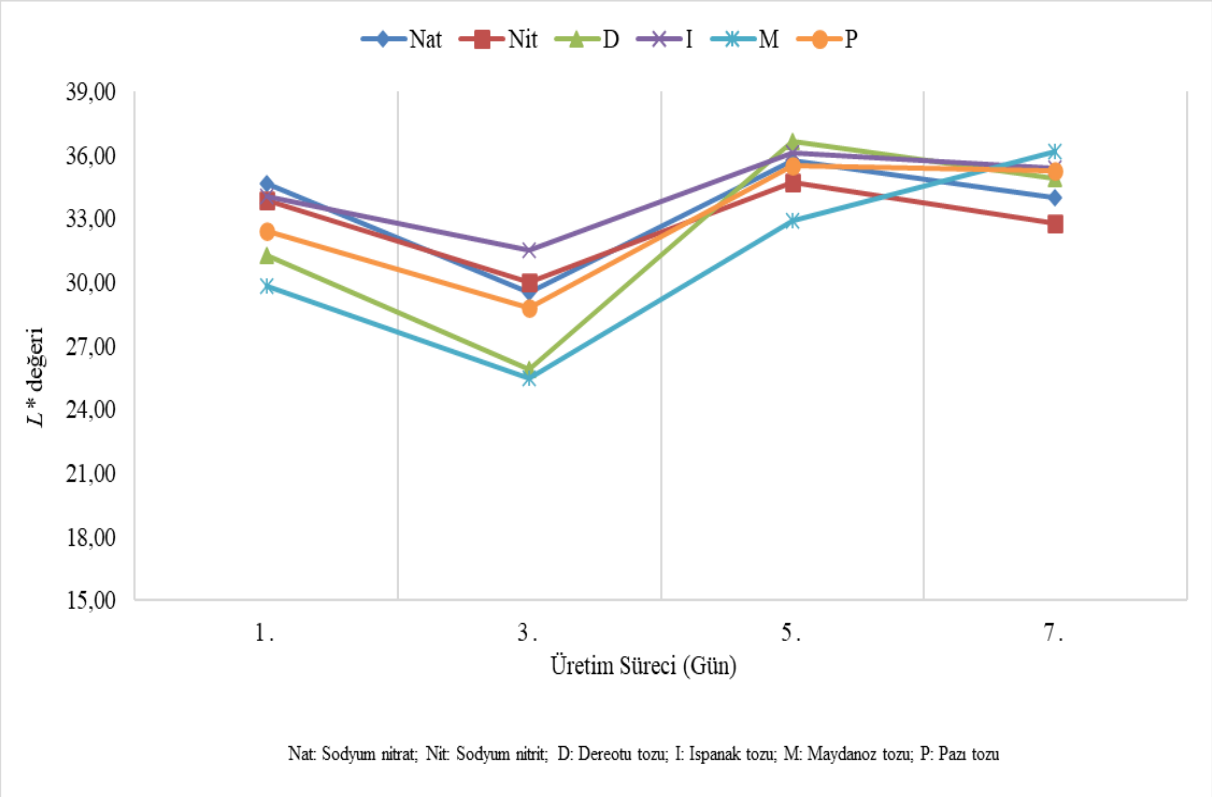
Kürleme ajanı (A)	**n**	***L****	***a****	***b****
Nitrat (Nat)	8	33.48 ± 0.92^{ab}	11.09 ± 0.53^{bc}	6.15 ± 0.45^{b}
Nitrit (Nit)	8	33.05 ± 0.82^{ab}	13.67 ± 0.68^{a}	8.10 ± 0.53^{a}
Dereotu tozu (D)	8	32.18 ± 1.56^{bc}	10.21 ± 0.88^{c}	6.40 ± 0.85^{b}
Ispanak tozu (I)	8	34.26 ± 0.71^{a}	10.28 ± 0.62^{c}	6.48 ± 0.79^{b}
Maydanoz tozu (M)	8	31.11 ± 1.50^{c}	10.46 ± 0.92^{bc}	6.50 ± 0.93^{b}
Pazı tozu (P)	8	32.98 ± 1.05^{ab}	11.60 ± 0.88^{b}	6.75 ± 0.78^{b}
Üretim süreci (B)				
1. Gün	12	32.68 ± 0.56^{b}	12.63 ± 0.42^{a}	9.24 ± 0.34^{a}
3. Gün	12	28.68 ± 0.72^{c}	13.44 ± 0.39^{a}	7.30 ± 0.28^{b}
5. Gün	12	35.27 ± 0.40^{a}	9.51 ± 0.38^{b}	5.84 ± 0.35^{c}
7. Gün	12	34.75 ± 0.48^{a}	9.29 ± 0.55^{b}	4.55 ± 0.35^{d}
AxB				
Nat x 1. Gün	2	34.66 ± 0.32^{abcd}	11.75 ± 0.42	7.83 ± 0.81
Nat x 3. Gün	2	29.54 ± 0.01^{efg}	12.91 ± 0.21	6.12 ± 0.15
Nat x 5. Gün	2	35.73 ± 0.41^{abc}	9.40 ± 0.40	5.67 ± 0.58
Nat x 7. Gün	2	34.00 ± 0.97^{abcde}	10.27 ± 0.40	4.98 ± 0.49
Nit x 1. Gün	2	33.88 ± 1.63^{abcde}	14.89 ± 1.60	9.48 ± 1.51
Nit x 3. Gün	2	30.80 ± 0.78^{def}	15.41 ± 0.76	8.26 ± 0.89
Nit x 5. Gün	2	34.74 ± 0.18^{abcd}	11.90 ± 0.06	8.10 ± 0.38
Nit x 7. Gün	2	32.79 ± 2.59^{abcdef}	12.47 ± 0.80	6.55 ± 0.51
D x 1. Gün	2	31.28 ± 0.09^{cdef}	11.54 ± 0.12	9.35 ± 0.66
D x 3. Gün	2	25.90 ± 0.52^{g}	13.34 ± 0.32	7.60 ± 0.12
D x 5. Gün	2	36.63 ± 0.01^{a}	8.05 ± 0.14	4.88 ± 0.08
D x 7. Gün	2	34.89 ± 0.24^{abcd}	7.93 ± 0.34	3.77 ± 0.28
I x 1. Gün	2	34.03 ± 0.36^{abcde}	11.89 ± 0.72	9.52 ± 1.23
I x 3. Gün	2	31.53 ± 1.06^{bcdef}	11.68 ± 0.85	6.46 ± 0.50
I x 5. Gün	2	36.08 ± 0.75^{ab}	9.15 ± 0.09	5.91 ± 0.14
I x 7. Gün	2	35.40 ± 0.46^{abcd}	8.39 ± 0.26	4.04 ± 0.47
M x 1. Gün	2	29.82 ± 0.12^{efg}	12.46 ± 0.27	9.80 ± 0.27
M x 3. Gün	2	25.50 ± 0.34^{g}	12.95 ± 0.33	7.41 ± 0.66
M x 5. Gün	2	32.93 ± 0.18^{abcdef}	9.31 ± 0.26	5.58 ± 0.05
M x 7. Gün	2	36.18 ± 0.33^{a}	7.12 ± 0.65	3.22 ± 0.49
P x 1. Gün	2	32.39 ± 0.30^{abcdef}	13.24 ± 0.24	9.45 ± 0.31
P x 3. Gün	2	28.80 ± 0.62^{fg}	14.37 ± 0.50	7.93 ± 0.42
P x 5. Gün	2	35.50 ± 1.09^{abc}	9.26 ± 1.01	4.88 ± 0.75
P x 7. Gün	2	35.23 ± 0.05^{abcd}	9.55 ± 0.08	4.74 ± 0.05

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

Örneklerin *L** (parlaklık) değerleri, fermantasyon sürecinde (1-3. gün) azalmış olup, kurutma aşamasında (5 ve 7. günler) ise yükselmiştir. Üretim sürecinde örneklerin *L** değerlerindeki değişim Şekil 4.9'da gösterilmiştir. 5. ve 7. günler için *L** değerleri arasındaki fark önemsizdir ($p>0.05$). Örneklerin *a** değerlerinde 3. günden sonra azalış tespit edilmiş olup, 5. ve 7. günler arasındaki farklılık önemsizdir ($p>0.05$). Üretim süreci boyunca örneklerin *b** değeri kademeli olarak azalmıştır.

Kürlenmiş et ürünlerinde renk oluşumunun ve oluşan rengin stabilitesinin; pH, indirgenme potansiyeli, indirgen maddelerin varlığı ve miktarı gibi pek çok faktöre

bağlı olarak değişiklik gösterebileceği bildirilmiştir (Gökalp ve ark., 2004). Bu nedenle özellikle fermente sucuklarda renk parametrelerine ait değerlerde önemli farklılıklar ile karşılaşılabileceği rapor edilmiştir (Şimşek, 2016).



Şekil 4.9. Üretim sürecinde farklı kürleme ajanları içeren sucukların dış kesit yüzeylerine ait *L** değerlerindeki değişim

Chasco ve ark. (1996), fermente sucuğun üretim periyodunun başında örneklerin dış kesit yüzeyine ait *L** değerini 44.71, fermantasyon aşaması sonunda 43.46 ve kurutma aşamasının sonunda ise 45.07 olarak tespit etmişlerdir. *L** değerinin, fermantasyon süresince % 3 azaldığını ve daha sonra kurutma sürecinde başlangıç değerine tekrar yükseldiğini belirlemişlerdir. Ercoşkun (2006); sucukların *L** değerlerinin fermantasyon süresince azaldığını ifade etmişlerdir. Şimşek (2016), farklı klorür tuzları ilavesiyle ürettiği fermente sucuklarda; *L** değerlerinin üretim sürecinin 3. gününde düşüş, 5. ve 7. günlerinde ise artışlar meydana geldiğini bildirmiştir.

Soyer ve ark. (2005), sucuklarda dış kesit yüzeyi *a** değerlerinin 24-26°C'lik üretim (olgunlaştırma) sıcaklığı uygulanan gruplarda 4. günden, 20-22°C sıcaklık uygulanan sucuklarda ise 7. günden sonra düştüğünü rapor etmişlerdir. Bozkurt ve Bayram (2006), üretim (olgunlaştırma) sürecinin sonunda sucukların *a** değerinde azalış

olduğunu belirlemişler ve *a** değerindeki bu azalmanın nitrozomyoglobinin kısmen ve/veya tamamen denatüre olmasından kaynaklı olabileceğini ifade etmişlerdir. Kaban ve Kaya (2010) sucuk üretim sürecinde *a** değerlerinin 9. ve 14. günlerde düştüğünü tespit etmişlerdir. Bir başka çalışmada, fermente sucuk örneklerinin dış kesit yüzeyine ait *a** değeri, üretimin ilk gününde en yüksek değeri göstermiş, daha sonraki günlerde ise *a** değerinde artış ve azalmalar belirlenmiştir. *a** değerleri açısından en düşük değerin, üretim sürecinin son gününde belirlendiği bildirilmiştir (Şimşek, 2016).

Ercoşkun (2006); sucuk üretim sürecinin ilerlemesiyle, örneklerin *b** değerlerinin azaldığını belirlemişlerdir. Fermente sucukların dış kesit yüzeyine ait ortalama *b** değerlerinin; üretim sürecinin sonunda en düşük düzeye ulaştığı bildirilmiştir (Şimşek, 2016).

Üretim sürecinde örneklerimizin dış kesit yüzeylerinde belirlenen *L**, *a** ve *b** değerlerindeki değişim/farklılıklar literatür bulgularıyla paralellik göstermiştir.

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyoduna ait *L**, *a** ve *b** değerlerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.35'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Çizelge 4.35. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyodunda dış kesit yüzeylerinin renk parametrelerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	*L**		*a**		*b**	
		KO	F	KO	F	KO	F
Kürleme ajanı (A)	5	7.997	15.30**	33.9188	57.13**	17.919	21.07**
Depolama periyodu (B)	6	218.498	418.01**	7.4635	12.57**	12.585	14.80**
AxB	30	2.434	4.66**	0.6081	1.02	0.721	0.85
Hata	42	0.523		0.5937		0.850	
Toplam	83						

**p<0.01

Varyans Analiz sonuçlarına göre; depolama periyodunda sucuk örneklerinin dış kesit yüzeylerine ait renk değerleri (*L**, *a** ve *b**) üzerine kürleme ajanının ve depolama periyodunun etkileri istatistiki açıdan önemli (p<0.01) düzeyde bulunmuştur. Sucukların dış kesit yüzeyi *L** renk değerleri üzerine kürleme ajanı-depolama periyodu interaksiyonunun etkisi de istatistiki açıdan önemli (p<0.01) düzeyde bulunmuştur.

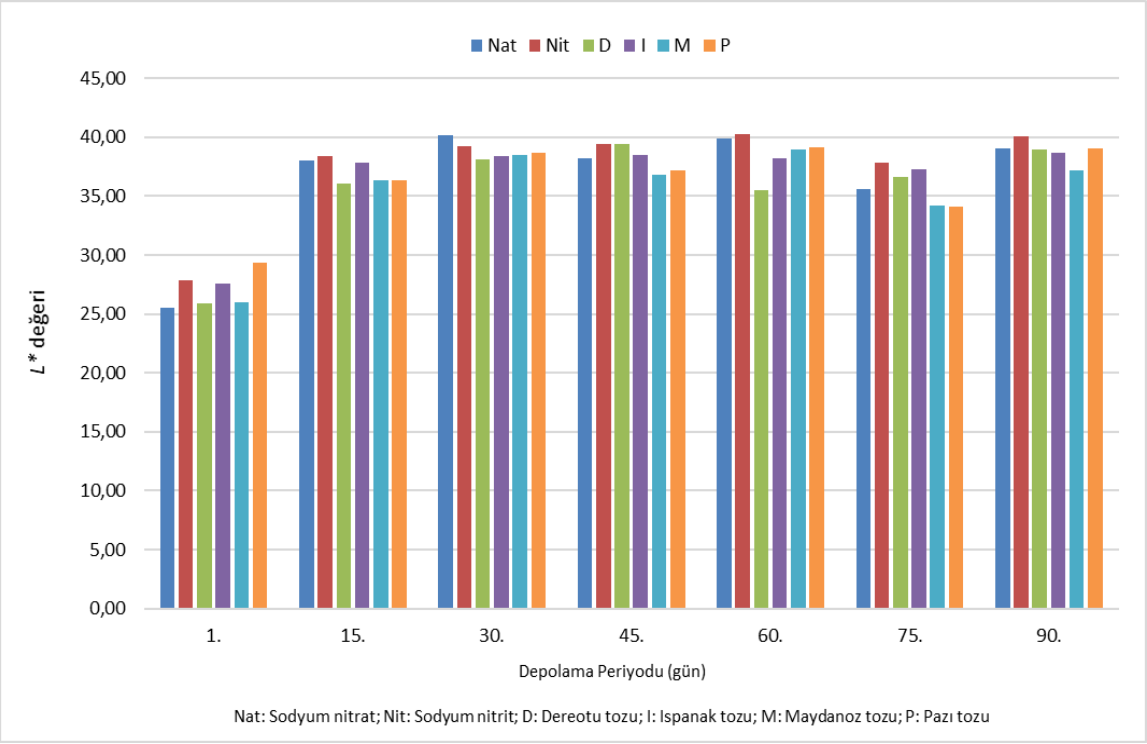
Çizelge 4.36. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyodunda dış kesit yüzeylerinin ortalama renk değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme ajanı (A)	**n**	***L****	***a****	***b****
Nitrat (Nat)	14	36.63 ± 1.33^{b}	13.55 ± 0.31^{b}	9.23 ± 0.33^{b}
Nitrit (Nit)	14	37.59 ± 1.13^{a}	14.97 ± 0.29^{a}	11.10 ± 0.37^{a}
Dereotu tozu (D)	14	35.79 ± 1.19^{c}	11.42 ± 0.29^{de}	8.84 ± 0.31^{b}
Ispanak tozu (I)	14	36.66 ± 1.04^{b}	11.77 ± 0.20^{cd}	9.36 ± 0.34^{b}
Maydanoz tozu (M)	14	35.44 ± 1.15^{c}	10.71 ± 0.32^{e}	7.65 ± 0.29^{c}
Pazı tozu (P)	14	36.25 ± 0.92^{bc}	12.36 ± 0.28^{c}	8.71 ± 0.44^{b}
Depolama periyodu (B)				
1. Gün	12	27.02 ± 0.44^{d}	13.53 ± 0.56^{a}	7.62 ± 0.42^{c}
15. Gün	12	37.18 ± 0.32^{b}	12.03 ± 0.54^{b}	9.00 ± 0.43^{b}
30. Gün	12	38.84 ± 0.25^{a}	11.73 ± 0.43^{b}	8.52 ± 0.30^{bc}
45. Gün	12	38.26 ± 0.36^{a}	11.97 ± 0.51^{b}	8.99 ± 0.43^{b}
60. Gün	12	38.68 ± 0.50^{a}	12.11 ± 0.39^{b}	9.43 ± 0.36^{b}
75. Gün	12	35.94 ± 0.44^{c}	13.66 ± 0.51^{a}	10.96 ± 0.49^{a}
90. Gün	12	38.83 ± 0.30^{a}	12.20 ± 0.39^{b}	9.51 ± 0.33^{b}
AxB				
Nat x 1. Gün	2	25.50 ± 0.61^{j}	15.30 ± 0.28	7.85 ± 0.04
Nat x 15. Gün	2	38.03 ± 0.91^{abcdef}	13.01 ± 0.04	8.59 ± 0.60
Nat x 30. Gün	2	40.14 ± 0.31^{ab}	12.15 ± 0.03	8.16 ± 0.06
Nat x 45. Gün	2	38.22 ± 1.14^{abcdef}	13.27 ± 0.09	9.73 ± 0.40
Nat x 60. Gün	2	39.91 ± 0.70^{ab}	12.75 ± 0.06	9.04 ± 0.17
Nat x 75. Gün	2	35.59 ± 0.44^{fgh}	15.04 ± 0.46	11.42 ± 0.61
Nat x 90. Gün	2	39.03 ± 0.18^{abcde}	13.30 ± 0.49	9.81 ± 0.36
Nit x 1. Gün	2	27.90 ± 0.72^{ij}	16.51 ± 0.17	9.99 ± 0.18
Nit x 15. Gün	2	38.43 ± 0.20^{abcdef}	14.85 ± 0.58	11.24 ± 0.52
Nit x 30. Gün	2	39.23 ± 0.67^{abcd}	14.22 ± 0.02	10.27 ± 0.24
Nit x 45. Gün	2	39.40 ± 0.09^{abcd}	14.80 ± 0.42	11.07 ± 0.81
Nit x 60. Gün	2	40.25 ± 0.72^{a}	14.25 ± 0.31	11.26 ± 0.91
Nit x 75. Gün	2	37.86 ± 0.03^{abcdef}	16.14 ± 0.72	13.25 ± 1.29
Nit x 90. Gün	2	40.09 ± 0.44^{ab}	14.01 ± 0.87	10.63 ± 1.50
D x 1. Gün	2	25.88 ± 0.29^{j}	12.53 ± 0.23	8.01 ± 0.04
D x 15. Gün	2	36.03 ± 0.82^{efgh}	11.86 ± 1.81	8.43 ± 1.28
D x 30. Gün	2	38.09 ± 0.19^{abcdef}	10.90 ± 0.28	8.57 ± 0.31
D x 45. Gün	2	39.45 ± 0.39^{abc}	10.27 ± 0.15	7.58 ± 0.20
D x 60. Gün	2	35.53 ± 0.72^{fgh}	11.83 ± 0.20	9.92 ± 0.41
D x 75. Gün	2	36.61 ± 0.51^{cdefgh}	11.78 ± 0.38	10.07 ± 1.08
D x 90. Gün	2	38.93 ± 0.70^{abcde}	10.79 ± 0.45	9.26 ± 0.21
I x 1. Gün	2	27.56 ± 0.10^{ij}	12.86 ± 0.01	7.50 ± 0.35
I x 15. Gün	2	37.84 ± 0.10^{abcdef}	10.88 ± 0.17	9.39 ± 1.19
I x 30. Gün	2	38.41 ± 0.18^{abcdef}	11.16 ± 0.24	8.66 ± 0.22
I x 45. Gün	2	38.53 ± 0.15^{abcdef}	11.40 ± 0.01	9.10 ± 0.34
I x 60. Gün	2	38.25 ± 0.08^{abcdef}	11.96 ± 0.09	9.82 ± 0.00
I x 75. Gün	2	37.29 ± 0.23^{abcdef}	12.53 ± 0.32	11.13 ± 0.88
I x 90. Gün	2	38.72 ± 0.55^{abcde}	11.62 ± 0.39	9.94 ± 0.52
M x 1. Gün	2	25.98 ± 0.46^{j}	11.86 ± 0.91	6.37 ± 0.86
M x 15. Gün	2	36.38 ± 0.05^{defgh}	9.69 ± 0.09	7.37 ± 0.50
M x 30. Gün	2	38.51 ± 0.68^{abcdef}	9.88 ± 0.54	7.19 ± 0.50
M x 45. Gün	2	36.80 ± 0.63^{cdefgh}	10.14 ± 0.23	7.18 ± 0.22
M x 60. Gün	2	38.98 ± 0.06^{abcde}	9.95 ± 0.12	7.62 ± 0.33
M x 75. Gün	2	34.23 ± 0.07^{gh}	12.40 ± 0.91	8.71 ± 0.10
M x 90. Gün	2	37.20 ± 0.71^{bcdefg}	11.03 ± 0.63	9.12 ± 0.84
P x 1. Gün	2	29.33 ± 0.74^{i}	12.13 ± 1.19	5.99 ± 0.74
P x 15. Gün	2	36.37 ± 0.24^{defgh}	11.91 ± 0.30	9.00 ± 0.24
P x 30. Gün	2	38.64 ± 0.43^{abcde}	12.06 ± 0.91	8.26 ± 0.73
P x 45. Gün	2	37.16 ± 0.63^{bcdefg}	11.97 ± 0.57	9.29 ± 1.03
P x 60. Gün	2	39.18 ± 0.76^{abcd}	11.91 ± 0.19	8.93 ± 0.28
P x 75. Gün	2	34.07 ± 0.04^{h}	14.07 ± 0.84	11.18 ± 0.56
P x 90. Gün	2	39.03 ± 0.04^{abcde}	12.47 ± 0.25	8.33 ± 0.70

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

Sodyum nitrit ile kürlenen örneklerin en yüksek *L** değerine sahip olduğu belirlenmiş olup, bunu sodyum nitrat ve ıspanak tozu ile kürlenen sucuk örnekleri takip etmiştir. Sodyum nitrit ile kürlenen örneklerin en yüksek *a** (kırmızılık) değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Sebze tozları ilavesinin örneklerin dış kesit yüzeylerine ait *a** değerlerini, kontrol gruplarına (Nit, Nat) göre düşürdüğü tespit edilmiştir. Bu durumun muhtemelen sebze tozlarının *a** değerlerinin (Çizelge 4.2) düşük olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca Nit ilaveli sucuk örneklerinin en yüksek sarılık (*b**) değerlerine de sahip olduğu tespit edilmiştir. Depolama periyodunda maydanoz tozu ilave edilen sucuk örneklerinin dış kesit yüzeylerinin en düşük *L**, *a** ve *b** (parlaklık, kırmızılık ve sarılık) değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Depolama periyodu boyunca sucuk örneklerinin dış kesit yüzeylerine ait *L** değerlerinde genellikle bir artış gözlenmiştir. En yüksek *a** (kırmızılık) değeri 1. ve 75. günlerde belirlenmiş olup, diğer depolama periyotları arasındaki farklılıklar önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. En düşük *b** (sarılık) değeri 1. günde belirlenmiş olup, depolama periyodu boyunca genel olarak artış göstermiş ve 75. günde en yüksek *b** (sarılık) değeri tespit edilmiştir. Depolama periyodunda örneklerin dış kesit yüzeylerine ait ortalama parlaklık değerlerindeki değişim Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10. Depolama periyodunda farklı kürleme ajanları içeren sucukların dış kesit yüzeylerine ait *L** değerlerindeki değişim

Hwang ve ark. (2017); Frankfurterlerin depolama periyodunda uygulanan işlemlerin örneklerin parlaklık ve sarılık değerlerini azalttığını bildirmişlerdir.

Ko ve ark. (2017), bazı sebze tozlarındaki doğal nitratı, nitrit formuna dönüştürmüşler ve ısıl işlem uygulanmış sucuk üretiminde kullanmışlardır. Depolama periyodu boyunca örneklerin parlaklık değerlerinin artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Doğal kürleme ajanlarının kullanımının, sodyum nitrit kullanılan örnek gruplarına göre *L** ve *a** değerlerini düşürdüğü bildirilmiştir.

Sucu ve Turp (2018), kırmızı pancar tozu ilavesiyle ürettikleri sucukların depolama süresince renk karakteristiklerini belirlemişlerdir. Sucuk örneklerinin 84 günlük depolama periyodunda dış kesit yüzeylerinin *L** ve *b** değerlerinde zamanla artış, *a** değerlerinde ise düşüş belirlemişlerdir. Ayrıca kırmızı pancar tozu ilavesinin sucukların L* *ve* b* değerlerini düşürdüğünü de belirlemişlerdir.

Çalışmamızda depolama süresince sucuklarda belirlediğimiz renk karakteristiklerine ait sonuçlar, diğer araştırıcıların bulgularıyla benzerlik göstermiştir.

4.2.9.2. İç kesit renk analizi sonuçları

Üretim sürecinde, farklı kürleme ajanları içeren sucukların iç kesit yüzeylerine ait *L**, *a** ve *b** değerlerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.37'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.38'de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecinde iç kesit yüzeylerinin renk parametrelerine ait Varyans Analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	*L**		*a**		*b**	
		KO	F	KO	F	KO	F
Kürleme ajanı (A)	5	5.699	4.39**	12.6670	63.76**	5.0162	10.62**
Üretim süreci (B)	3	34.117	26.28**	3.9566	19.92**	14.5900	30.89**
AxB	15	1.088	0.84	0.4639	2.34*	0.6397	1.35
Hata	24	1.298		0.1987		0.4724	
Toplam	47						

*p<0.05, **p<0.01

Varyans Analiz sonuçları incelendiğinde, üretim sürecinde sucuk örneklerinin iç kesit yüzeylerinin renk değerleri (*L**, *a** ve *b**) üzerine kürleme ajanının ve üretim sürecinin etkileri istatistiki açıdan önemli (p<0.01) düzeyde bulunmuştur. Sucukların *a** (kırmızılık) değerleri üzerine kürleme ajanı-üretim süreci interaksiyonunun etkisi ise istatistiki olarak önemli (p<0.05) düzeyde belirlenmiştir.

Çizelge 4.38. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecinde iç kesit yüzeylerinin ortalama renk değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme ajanı (A)	**n**	***L****	***a****	***b****
Nitrat (Nat)	8	46.86±0.75^{a}	15.40±0.22^{a}	13.99±0.47^{c}
Nitrit (Nit)	8	45.89±0.59^{ab}	15.15±0.39^{a}	16.25±0.42^{a}
Dereotu tozu (D)	8	46.02±0.64^{ab}	12.65±0.16^{c}	14.79±0.38^{bc}
Ispanak tozu (I)	8	45.86±0.47^{ab}	13.91±0.24^{b}	14.81±0.47^{bc}
Maydanoz tozu (M)	8	44.26±0.71^{b}	13.04±0.22^{c}	14.41±0.48^{bc}
Pazı tozu (P)	8	45.93±0.81^{ab}	15.54±0.30^{a}	15.39±0.41^{ab}
Üretim süreci (B)				
1. Gün	12	43.77±0.27^{c}	14.58±0.42^{a}	16.18±0.25^{a}
3. Gün	12	45.45±0.40^{b}	14.56±0.36^{a}	15.05±0.35^{b}
5. Gün	12	46.15±0.45^{b}	14.57±0.40^{a}	15.05±0.33^{b}
7. Gün	12	47.84±0.37^{a}	13.42±0.33^{b}	13.49±0.24^{c}
AxB				
Nat x 1. Gün	2	43.91±0.44	16.23±0.21^{ab}	16.00±0.15
Nat x 3. Gün	2	47.37±0.90	15.05±0.14^{abcde}	13.61±0.57
Nat x 5. Gün	2	47.50±1.41	15.27±0.54^{abcd}	13.08±0.12
Nat x 7. Gün	2	48.66±0.12	15.04±0.16^{abcde}	13.28±0.54
Nit x 1. Gün	2	43.85±0.56	15.71±0.17^{abc}	17.65±0.06
Nit x 3. Gün	2	45.37±0.09	16.00±0.22^{abc}	16.70±0.35
Nit x 5. Gün	2	46.69±0.19	15.43±0.03^{abc}	15.87±0.00
Nit x 7. Gün	2	47.67±1.11	13.48±0.48^{defg}	14.78±0.58
D x 1. Gün	2	44.12±0.36	12.92±0.16^{fg}	15.99±0.27
D x 3. Gün	2	45.64±0.99	12.81±0.20^{fg}	14.51±0.29
D x 5. Gün	2	46.77±1.28	12.67±0.57^{fg}	15.11±0.69
D x 7. Gün	2	47.54±1.39	12.21±0.17^{g}	13.57±0.46
I x 1. Gün	2	44.97±0.22	13.50±0.35^{defg}	15.72±1.04
I x 3. Gün	2	45.45±0.46	14.33±0.20^{cdef}	15.39±0.41
I x 5. Gün	2	46.20±1.59	14.46±0.71^{bcdef}	15.16±0.46
I x 7. Gün	2	46.82±1.16	13.36±0.17^{efg}	12.99±0.49
M x 1. Gün	2	42.23±0.44	13.30±0.11^{efg}	15.67±0.55
M x 3. Gün	2	43.57±0.38	13.49±0.18^{defg}	14.24±0.97
M x 5. Gün	2	44.06±0.40	13.31±0.17^{efg}	15.00±0.62
M x 7. Gün	2	47.19±0.58	12.07±0.10^{g}	12.74±0.03
P x 1. Gün	2	43.55±0.12	15.84±0.21^{abc}	16.05±0.28
P x 3. Gün	2	45.28±1.02	15.66±0.67^{abc}	15.82±0.06
P x 5. Gün	2	45.71±0.27	16.29±0.05^{a}	16.08±0.59
P x 7. Gün	2	49.18±0.58	14.37±0.14^{cdef}	13.61±0.06

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

Maydanoz tozu ilave edilen sucukların en düşük *L** (parlaklık) değerine sahip olduğu belirlenmiştir. En yüksek değer ise sodyum nitrat ile kürlenen sucuk örneklerinde tespit edilmiştir. Diğer sucuk örneklerinin *L** (parlaklık) değerleri arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz ($p>0.05$) çıkmıştır. Pazı tozu ilave edilen sucukların ve kontrol gruplarının (Nat ve Nit) iç kesit yüzeylerinin *a** (kırmızılık) değerlerinin en yüksek olduğu belirlenmiştir. En düşük *a** (kırmızılık) değerleri; maydanoz ve dereotu tozu ilave edilen sucuklarda tespit edilmiştir. Maydanoz

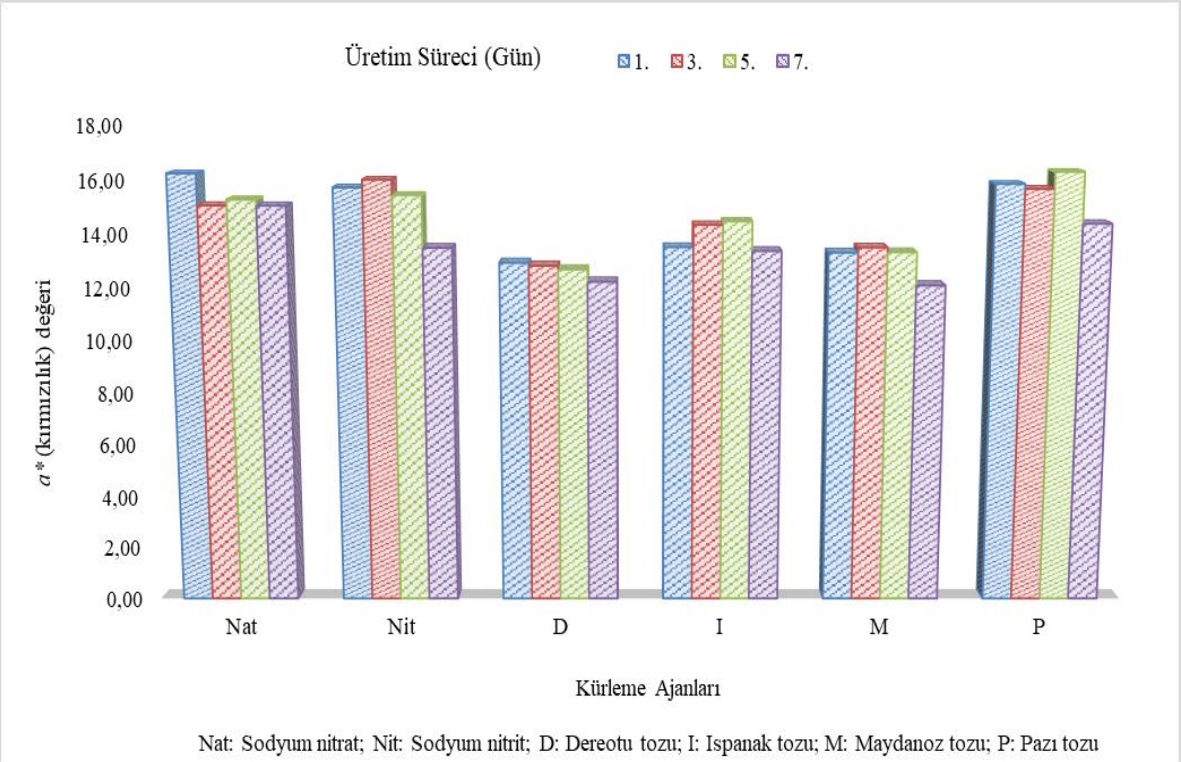
ve dereotu tozlarının üretimde formülasyona ilave düzeylerinin diğer gruplara göre fazla olmasının (Çizelge 3.1) ve sebze tozlarının a^* değerlerinin düşük olmasının (Çizelge 4.2); sucukların a^* değerlerindeki azalışın nedeni olabileceği düşünülmektedir. En yüksek b^* (sarılık) değeri ise; sodyum nitrit (Nit) ilave edilen sucuklarda tespit edilmiştir.

Üretim sürecinin ilerlemesiyle örneklerin iç kesit yüzeylerinin L^* (parlaklık) değerlerinde kademeli olarak artış gözlenmiş olup, en yüksek değerler üretim sürecinin 7. gününde tespit edilmiştir. Üretim sürecinin 1., 3. ve 5. günlerinde sucuk örneklerinin a^* (kırmızılık) değerleri arasındaki farklılıklar önemsiz ($p>0.05$) olup, 7. günde düşüş önemli ($p<0.01$) düzeydedir. Fermantasyon sürecinde pH ve redoks potansiyelinin düşmesiyle, nitritin myoglobin ile birlikte nitrozomyoglobin oluşumunu hızlandırdığı ancak zamanla pH ve redoks potansiyelindeki düşüşün durması sonucu nitrozomyoglobinin mikrobiyal ve enzimatik parçalanmaya uğradığı ve bu yüzden kırmızılık değerinin azaldığı bildirilmiştir (Papadima ve Bloukas, 1999; Ercoşkun, 2006). Üretim sürecinde kesit yüzeyine ait b^* (sarılık) değerleri süreç ilerledikçe düşüş göstermiş olup, en düşük b^* (sarılık) değerleri de yine üretim sürecinin 7. gününde tespit edilmiştir. Fermantasyon sürecinde b^* değerlerinde meydana gelen bu azalmanın, mikroorganizmaların üstel gelişim evresinde ortamdaki oksijeni tüketmesiyle oksimyoglobin miktarının azalmasından kaynaklanabileceği ifade edilmiş olup, oksimyoglobinin b^* değeri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Ercoşkun ve Özkal, 2011). Üretim sürecinde örneklerin iç kesit yüzeylerine ait a^* (kırmızılık) değerlerindeki değişim Şekil 4.11'de verilmiştir.

Üren ve Babayiğit (1997), sucukların parlaklık değerlerinin fermantasyonla arttığını rapor etmişlerdir. Soyer ve ark. (2005); sucuk üretiminin başlangıcında parlaklık değerlerini 34-42 arasında, fermantasyonun ikinci gününde ise L^* değerinin 37-47'ye yükseldiğini tespit etmişlerdir. Gök (2006), farklı antioksidan katkılı sucukların üretim sürecinde örneklerin L^* değerlerinin artış gösterdiğini bildirmiştir. Üretimin başlangıcında 42.73-44.02 aralığında olan parlaklık değerlerinin; üretim sürecinin sonunda 46.64-48.56'ya yükseldiğini belirlemiştir.

Kayaardı ve Gök (2004), sucukların kırmızılık değerlerinin üretim sürecinin 7. gününe kadar arttığını daha sonra düşüş meydana geldiğini rapor etmişlerdir. Erçoşkun (2006), fermente et ürünlerindeki a^* değerlerinin; pH, renk pigmenti seviyesi, redoks potansiyeli, ortam sıcaklığı, nispi nem gibi değişkenlere bağlı olarak önce artabildiğini, daha sonra artışın yavaşladığını ve son olarak azaldığını belirlemiştir. Sayas-Barberá ve

ark. (2012); *L. casei* içeren İspanyol fermente sosislerine ait kırmızılık değerlerinin 1., 3., 6. ve 8. günlerde sırasıyla 6.49, 6.68, 13.04 ve 8.82 olduğunu tespit etmişlerdir.



Şekil 4.9. Üretim sürecinde farklı kürleme ajanları içeren sucukların iç kesit yüzeylerine ait *a** değerlerindeki değişim

Kayaardı ve Gök (2004); üretim sürecinde zamanla sucuğun *b** değerinin düştüğünü ifade etmişlerdir. Ensoy (2004); hindi sucuklarının *b** (sarılık) değerlerinin üretim (olgunlaştırma) sürecinin başında 16.34 olduğunu ve üretim sürecinin sonunda ise 13.92'ye düştüğünü bildirmiştir. Gök (2006); üretim (olgunlaştırma) sürecinde fermente sucuk örneklerinin kesit yüzeylerine ait sarılık değerlerinin zamanla azaldığını tespit etmiştir. Bağdatlı (2013), probiyotik sucuk üretim sürecinde sarılık değerinin zamanla azaldığını rapor etmiştir. Olivares ve ark. (2009), Ercoşkun ve Özkal (2011), Sayas-Barberá ve ark. (2012) ve Wójciak ve ark. (2012); sucuk örneklerinin üretim (olgunlaştırma) süreci boyunca *b** değerlerinin azaldığını bildirmişlerdir.

Sucuk örneklerimizin kesit yüzeylerine ait renk değerlerinin (*L**, *a** ve *b**) ve bu değerlerin üretim (olgunlaştırma) sürecinde zamana bağlı olarak değişiminin literatür bulguları ile uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir.

Depolama periyodunda, farklı kürleme ajanları içeren sucukların iç kesit yüzeylerine ait *L**, *a** ve *b** değerlerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.39'da Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.40'ta verilmiştir.

Çizelge 4.39. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyodunda iç kesit yüzeylerinin renk parametrelerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	**SD**	***L****		***a****		***b****	
		KO	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Kürleme ajanı (A)	5	5.020	6.08**	27.156	116.03**	5.922	12.40**
Depolama periyodu (B)	6	72.864	88.27**	6.727	28.74**	2.297	4.81**
AxB	30	2.558	3.10**	0.303	1.29	1.012	2.12**
Hata	42	0.826		0.234		0.477	
Toplam	83						

**p<0.01

Varyans Analiz sonuçlarına göre, depolama periyodunda sucuk örneklerinin iç kesit yüzeylerinin renk değerleri (*L**, *a** ve *b**) üzerine kürleme ajanının ve depolama periyodunun etkileri istatistiki açıdan önemli (p<0.01) çıkmıştır. Kürleme ajanı-depolama periyodu interaksiyonu da, sucukların *L** (parlaklık) ve *b** (sarılık) değerlerini önemli (p<0.01) düzeyde etkilemiştir.

Üretim sürecine benzer şekilde, depolama periyodunda da maydanoz tozu ilave edilen örneklerin en düşük *L** (parlaklık) değerine sahip olduğu belirlenmiş, en yüksek *L** değeri ise sodyum nitrat ile kürlenen örneklerde tespit edilmiştir. Pazı tozu ile kürlenen örneklerin ve kontrol gruplarının (Nat ve Nit) depolama periyodunda iç kesit yüzeylerinin *a** (kırmızılık) değerlerinin en yüksek olduğu belirlenmiştir. En düşük *a** (kırmızılık) değerleri ise, maydanoz tozu ilave edilen örneklerde tespit edilmiştir. Maydanoz ve dereotu tozları ilave edilen sucuklar, üretim sürecinde en düşük *a** (kırmızılık) değerlerine sahip iken; depolama periyodunda sadece maydanoz tozu ilaveli sucuklar en düşük *a** değerlerine sahip olmuştur. Depolama periyodunda; maydanoz tozu ile kürlenen örneklerdeki nitratın, dereotu tozu ile kürlenen örneklere göre daha geç parçalanması/indirgenmesi, maydanoz tozu ilaveli sucukların en düşük kırmızılık değerlerine sahip olmasının sebebi olarak düşünülmektedir. Sucuğun parlaklığının ve kırmızı renginin; nitrin indirgenmesi sonucu oluşan bileşiğin (azot oksit) myoglobin ile birleşerek nitrozomyoglobin oluşumundan kaynaklandığı ifade edilmiştir (Gökalp ve ark., 2004).

Çizelge 4.40. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyodunda iç kesit yüzeylerinin renk parametrelerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme ajanı (A)	**n**	***L****	***a****	***b****
Nitrat (Nat)	14	48.47±0.74^{a}	15.00±0.18^{a}	13.50±0.26^{b}
Nitrit (Nit)	14	48.11±0.74^{ab}	14.76±0.27^{a}	14.55±0.31^{a}
Dereotu tozu (D)	14	47.60±0.80^{abc}	12.27±0.29^{c}	13.32±0.23^{b}
Ispanak tozu (I)	14	47.61±0.61^{abc}	13.30±0.18^{b}	13.66±0.27^{b}
Maydanoz tozu (M)	14	46.85±0.69^{c}	11.68±0.24^{d}	12.52±0.19^{c}
Pazı tozu (P)	14	47.14±0.65^{bc}	14.53±0.22^{a}	13.46±0.16^{b}
Depolama periyodu (B)				
1. Gün	12	42.73±0.40^{f}	15.09±0.40^{a}	14.13±0.31^{a}
15. Gün	12	46.58±0.46$^{e.}$	13.80±0.38^{b}	13.38±0.32^{ab}
30. Gün	12	48.46±0.14^{cd}	13.51±0.44^{bc}	13.29±0.24^{ab}
45. Gün	12	48.69±0.54^{bc}	13.41±0.40^{bc}	13.29±0.27^{ab}
60. Gün	12	49.88±0.38^{a}	13.52±0.37^{bc}	14.07±0.25^{a}
75. Gün	12	47.35±0.33^{de}	13.05±0.45^{cd}	12.94±0.27^{b}
90. Gün	12	49.72±0.30^{ab}	12.74±0.43^{d}	13.42±0.38^{ab}
AxB				
Nat x 1. Gün	2	43.07±0.04^{jkl}	16.34±0.02	14.11±0.05^{abcde}
Nat x 15. Gün	2	48.75±0.34^{abcdef}	14.80±0.54	12.26±0.24^{de}
Nat x 30. Gün	2	48.64±0.20^{abcdefg}	14.71±0.26	13.20±0.05^{abcde}
Nat x 45. Gün	2	50.43±0.84^{ab}	14.94±0.12	13.82±0.44^{abcde}
Nat x 60. Gün	2	51.41±0.68^{a}	15.15±0.18	14.86±0.18^{abcd}
Nat x 75. Gün	2	46.81±0.40^{bcdefghıj}	14.82±0.02	12.35±0.28^{cde}
Nat x 90. Gün	2	50.21±0.89^{abc}	14.20±0.20	13.93±0.64^{abcde}
Nit x 1. Gün	2	41.85±0.24^{kl}	16.78±0.37	15.53±1.15^{a}
Nit x 15. Gün	2	48.17±0.17^{abcdefg}	14.57±0.19	13.10±0.36^{abcde}
Nit x 30. Gün	2	48.61±0.14^{abcdefg}	14.12±0.86	13.86±1.01^{abcde}
Nit x 45. Gün	2	49.57±0.57^{abcd}	14.77±0.16	14.38±0.47^{abcde}
Nit x 60. Gün	2	49.57±0.88^{abcd}	14.56±0.33	14.91±0.26^{abcd}
Nit x 75. Gün	2	49.17±0.16^{abcde}	14.00±0.31	14.67±0.83^{abcde}
Nit x 90. Gün	2	49.84±0.70^{abc}	14.53±0.33	15.40±0.78^{ab}
D x 1. Gün	2	41.52±0.74^{l}	14.34±0.04	14.99±0.03^{abcd}
D x 15. Gün	2	45.97±0.60^{defghıj}	12.20±0.03	13.45±0.01^{abcde}
D x 30. Gün	2	48.29±0.09^{abcdefg}	12.48±1.00	13.03±0.48^{abcde}
D x 45. Gün	2	50.16±0.13^{abc}	12.14±0.38	13.02±0.72^{abcde}
D x 60. Gün	2	49.93±0.83^{abc}	12.04±0.20	13.53±0.05^{abcde}
D x 75. Gün	2	47.94±1.22^{abcdefgh}	11.40±0.46	12.33±0.03^{de}
D x 90. Gün	2	49.35±0.75^{abcd}	11.32±0.32	12.90±0.12^{abcde}
I x 1. Gün	2	43.71±1.10^{ijkl}	14.33±0.06	13.32±0.68^{abcde}
I x 15. Gün	2	46.69±0.17^{bcdefghıj}	13.95±0.37	15.25±0.86^{abc}
I x 30. Gün	2	47.86±0.36^{abcdefgh}	13.51±0.45	13.54±0.14^{abcde}
I x 45. Gün	2	48.75±0.70^{abcdef}	12.93±0.01	13.43±0.42^{abcde}
I x 60. Gün	2	50.98±0.36^{a}	12.92±0.11	14.53±0.29^{abcde}
I x 75. Gün	2	46.42±0.19^{cdefghıj}	13.00±0.19	12.74±0.51^{abcde}
I x 90. Gün	2	48.85±0.17^{abcde}	12.42±0.02	12.82±0.21^{abcde}
M x 1. Gün	2	42.03±1.14^{kl}	13.24±0.58	13.28±0.01^{abcde}
M x 15. Gün	2	44.87±0.71^{ghıjkl}	12.11±0.17	13.22±0.84^{abcde}
M x 30. Gün	2	48.31±0.46^{abcdefg}	11.20±0.15	12.14±0.30^{de}
M x 45. Gün	2	47.81±0.63^{abcdefgh}	11.52±0.07	11.90±0.24^{e}
M x 60. Gün	2	48.47±0.44^{abcdefg}	12.12±0.06	12.69±0.37^{abcde}
M x 75. Gün	2	46.91±0.44^{bcdefghı}	10.88±0.11	12.54±0.12^{bcde}
M x 90. Gün	2	49.58±0.83^{abcd}	10.68±0.03	11.90±0.54^{e}
P x 1. Gün	2	44.22±1.29^{hıjkl}	15.52±0.91	13.56±0.47^{abcde}
P x 15. Gün	2	45.01±0.17^{fghıjkl}	15.15±0.06	13.00±0.15^{abcde}
P x 30. Gün	2	49.04±0.24^{abcde}	15.02±0.26	14.00±0.48^{abcde}
P x 45. Gün	2	45.41±0.29^{b}	14.17±0.01	13.21±0.06^{abcde}
P x 60. Gün	2	48.94±0.90^{efghıjk}	14.34±0.12	13.92±0.21^{abcde}
P x 75. Gün	2	46.85±0.23^{abcde}	14.20±0.15	13.00±0.02^{abcde}
P x 90. Gün	2	50.49±1.23^{ab}	13.28±0.02	13.58±0.94^{abcde}

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

Depolama periyodunda sucuk örneklerine ait en düşük *L** (parlaklık) değeri 1. günde, en yüksek *L** değeri ise 60. günde belirlenmiştir. Örneklerin *a** (kırmızılık) ve *b** (sarılık) değerleri genellikle kademeli olarak düşüş göstermiştir. Nitekim en yüksek *a** ve *b** değerleri 1. günde belirlenmiş olup, en düşük *a** değeri ise depolamanın 90. gününde tespit edilmiştir. Depolama periyodunda sucukların iç kesit yüzeylerine ait *L** ve *b** değerlerindeki değişim Şekil 4.11'de verilmiştir.



Şekil 4.10. Farklı kürleme ajanları ilave edilen sucukların iç kesit yüzeylerine ait *L** ve *b** değerlerindeki değişim

Gök (2006), doğal antioksidanların fermente sucuklarda 90 günlük depolama periyodu boyunca *L**, *a** ve *b** değerlerinin azalmasına yol açtığını bildirmiştir. Sucukların *L** (parlaklık) değerlerindeki düşüşün sebebinin, zamanla meydana gelen nem kaybı ve depolama periyodundaki oksidasyondan kaynaklandığını bildirmiştir.

Dalmış (2007), geleneksel olarak ürettiği sucukları vakum ambalajlarda 90 gün süreyle muhafaza etmiş ve 0. gün *L** (parlaklık) değerini 45.35, 90. gün ise 41.87 olarak belirlemiştir. Depolamanın başında 18.05 olan *b** değerinin, depolama sonunda 15.08'e düştüğünü gözlemlemiştir. Sucukların *a** (kırmızılık) değerleri 0. günden 60. güne kadar kademeli olarak azalmış; 90. günde ise artış gözlenmiştir.

Şahin (2013), dilimlenmiş ve kitozan (kekik yağı içeren) ile kaplanmış sucukları, MAP tekniği ile ambalajlamış ve buzdolabı koşullarında 106 gün süreyle depolamıştır.

Bu süreçte sucukların L^* ve b^* değerlerinin zamanla arttığı, a^* değerlerinin ise depolama süresince azaldığını belirlemiştir.

Ekiz (2016); sucukların kılıf yüzeylerine farklı antimikrobiyal maddeler uygulamış ve 90 gün süreyle depolamıştır. Sucukların iç kesit yüzeylerine ait L^* (parlaklık) değerlerinde depolama periyodunda artış ve azalmalar meydana geldiğini, a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık) değerlerinde ise zamanla azalmalar meydana geldiğini gözlemiştir.

Zungur Bastıoğlu (2019), fermente sucuk üretiminde zeytinyağı kullanımının etkilerini belirlediği çalışmada depolama süresince sucukların iç kesit yüzeylerine ait L^* (parlaklık) değerlerinde dalgalanmalar meydana geldiğini, 4 aylık depolamanın sonunda L^* (parlaklık) değerlerinin depolamanın başlangıcına göre daha düşük olduğunu tespit etmiştir. Örneklerin kesit yüzeylerine ait a^* (kırmızılık) değerlerinin depolama periyodu boyunca kademeli olarak azaldığı belirlenmiş olup, b^* (sarılık) değerlerinde ise dalgalanmaların tespit edildiği bildirmiştir.

Sucu ve Turp (2018); fermente sucukların kalite karakteristikleri üzerine kırmızı pancar tozunun alternatif kürleme ajanı olarak kullanımının etkilerini belirledikleri çalışmada, kırmızı pancar tozu ilavesinin, kontrol grubuna göre sucukların iç kesit yüzeylerinin L^* (parlaklık) ve b^* (sarılık) değerlerini azalttığını, pancar tozunun a^* (kırmızılık) değerinin yüksek olması sebebiyle örneklerin iç kesit yüzeylerinin a^* değerlerini artırdığını saptamışlardır. 84 günlük depolama periyodunun 0., 56. ve 84. Günlerinde sucukların renk değerlerini belirlemişler ve örneklerin iç kesit yüzeylerinin a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık) değerlerinin zamanla azaldığını ifade etmişlerdir. Sucukların iç kesit yüzeylerine ait L^* değerlerinde ise depolama periyodunda azalma ve artışlar gözlenmiştir.

Sucuk örneklerimizde belirlenen renk değerlerindeki değişimler genel olarak literatür bulgularıyla benzerlikler göstermesine karşın, bazı çalışmalardan da farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıkların; sucuk üretiminde uygulanan muameleler, depolama periyodu ve koşulları, ambalajlama yöntemleri gibi faktörlerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.2.10. Tekstür profil analizi (TPA) sonuçları

Sertlik (Hardness)

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecine ait sertlik verilerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.41'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.42'de verilmiştir.

Çizelge 4.41. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki tekstür profil analiz (TPA) verilerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	*Sertlik (Hardness)*		*Dış yapışkanlık (Adhesiveness)*		*İç yapışkanlık (Cohesiveness)*		*Elastikiyet (Springiness)*	
		KO	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Kürleme ajanı (A)	5	1235.11	28.91**	0.5887	2.71	0.000655	4.82**	0.00309	2.50
Üretim süreci (B)	2	3869.57	90.58**	0.7491	3.45	0.001212	8.92**	0.00188	1.52
AxB	10	46.58	1.09	0.3591	1.65	0.000255	1.88	0.00271	2.19
Hata	18	42.72		0.2173		0.000136		0.00124	
Toplam	35								

Varyasyon Kaynağı	SD	*Sakızımsılık (Gumminess)*		*Çiğnenebilirlik (Chewiness)*		*Geri kazanım (Resilience)*	
		KO	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Kürleme ajanı (A)	5	254.261	24.97**	91.318	9.53**	0.000208	10.91**
Üretim süreci (B)	2	408.150	40.08**	100.616	10.50**	0.000154	8.11**
AxB	10	7.503	0.74	12.517	1.31	0.000072	3.77**
Hata	18	10.184		9.585		0.000019	
Toplam	35						

**p<0.01

Varyans Analiz sonuçları incelendiğinde, örneklerin sertlik sonuçları üzerine kürleme ajanının ve üretim sürecinin etkileri istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Kürleme ajanı-üretim süreci interaksiyonunun örneklerin sertlik sonuçları üzerine etkisi ise istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$)'dir. Sodyum nitritle kürlenen örneklerin en düşük sertlik değerlerine sahip olduğu, bunu sırasıyla, sodyum nitrat ve ıspanak tozu ile kürlenen örneklerin takip ettiği belirlenmiştir. Diğer örneklerin (D, M ve P) en yüksek sertlik değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Sebze tozları ilave edilen sucukların üretim sürecinin sonunda daha düşük nem içeriklerine (Çizelge 4.10) sahip olması; bu örnek gruplarının kontrol gruplarına göre daha yüksek sertlik değerlerini sergilemesini açıklamaktadır.

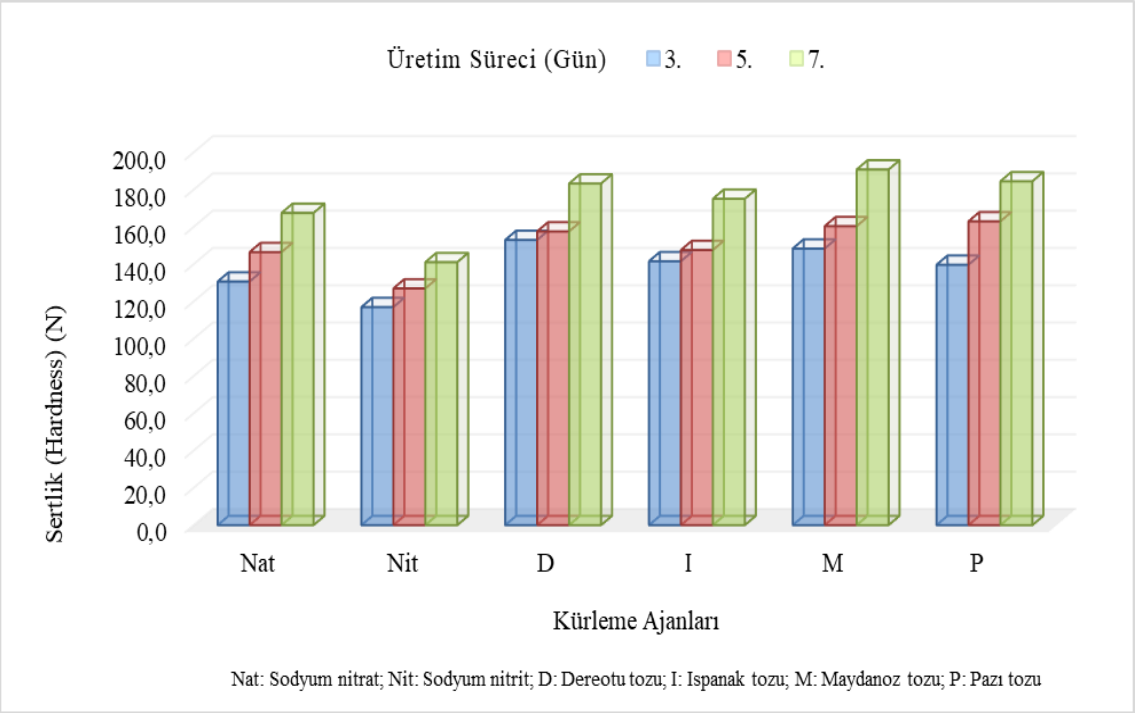
Çizelge 4.42. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki ortalama tekstür profil analiz (TPA) verilerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme ajanı (A)	**n**	**Sertlik (N) (Hardness)**	**İç Yapışkanlık (Cohesiveness)**	**Sakızımsılık (N) (Gumminess)**	**Çiğnenebilirlik (N) (Chewiness)**	**Geri Kazanım (Resilience)**
Nitrat (Nat)	6	148.20±7.26^{b}	0.380±0.000^{b}	56.19±2.54^{b}	24.05±1.09^{b}	0.114±0.000^{bc}
Nitrit (Nit)	6	128.40±4.50^{c}	0.387±0.010^{ab}	49.72±2.06^{c}	22.81±1.53^{b}	0.113±0.000^{c}
Dereotu tozu (D)	6	164.60±5.99^{a}	0.389±0.010^{ab}	63.76±1.68^{a}	31.62±2.27^{a}	0.115±0.000^{bc}
Ispanak tozu (I)	6	154.80±7.35^{ab}	0.404±0.000^{a}	62.44±2.84^{a}	29.96±2.00^{a}	0.124±0.000^{a}
Maydanoz tozu (M)	6	166.50±8.32^{a}	0.407±0.000^{a}	67.64±2.70^{a}	31.37±1.79^{a}	0.127±0.000^{a}
Pazı tozu (P)	6	162.40±8.19^{a}	0.395±0.000^{ab}	63.92±2.62^{a}	30.45±0.87^{a}	0.122±0.000^{ab}
Üretim süreci (B)						
3. Gün	12	138.40±3.78^{c}	0.395±0.000^{a}	54.83±1.93^{c}	25.15±1.16^{b}	0.121±0.000^{a}
5. Gün	12	150.30±4.14^{b}	0.403±0.010^{a}	60.51±1.93^{b}	29.23±1.53^{a}	0.122±0.000^{a}
7. Gün	12	173.70±4.99^{a}	0.383±0.000^{b}	66.49±2.05^{a}	30.76±1.43$^{a.}$	0.115±0.000^{b}
AxB						
Nat x 3. Gün	2	130.70±9.00	0.384±0.010	50.14±2.58	20.95±1.65	0.117±0.010^{abc}
Nat x 5. Gün	2	146.50±5.35	0.377±0.010	55.10±1.16	25.18±0.51	0.112±0.000^{bc}
Nat x 7. Gün	2	167.50±0.74	0.378±0.000	63.34±0.48	26.01±0.20	0.114±0.000^{bc}
Nit x 3. Gün	2	117.00±1.69	0.373±0.000	43.60±0.20	19.17±0.02	0.104±0.000^{c}
Nit x 5. Gün	2	127.00±0.73	0.405±0.000	51.42±0.58	23.78±0.75	0.121±0.000^{abc}
Nit x 7. Gün	2	141.10±2.81	0.384±0.010	54.13±1.96	25.48±3.63	0.116±0.000^{bc}
D x 3. Gün	2	153.00±0.60	0.394±0.010	60.18±1.62	27.65±0.32	0.121±0.000^{abc}
D x 5. Gün	2	157.60±0.02	0.411±0.030	64.69±6.25	36.73±5.62	0.118±0.000^{abc}
D x 7. Gün	2	183.30±1.32	0.362±0.010	69.29±0.28	30.50±1.68	0.105±0.000^{c}
I x 3. Gün	2	141.60±0.04	0.402±0.010	56.84±1.62	26.24±0.14	0.123±0.010^{ab}
I x 5. Gün	2	147.60±12.78	0.414±0.010	61.20±6.25	27.75±2.17	0.130±0.000^{ab}
I x 7. Gün	2	175.10±3.50	0.396±0.010	69.29±0.28	35.90±1.04	0.120±0.000^{abc}
M x 3. Gün	2	148.40±4.00	0.417±0.000	61.87±1.44	27.48±0.86	0.134±0.000^{a}
M x 5. Gün	2	160.40±7.70	0.411±0.000	65.83±2.84	32.03±2.11	0.128±0.000^{ab}
M x 7. Gün	2	190.80±2.88	0.393±0.010	75.23±2.33	34.61±4.11	0.120±0.000^{abc}
P x 3. Gün	2	139.70±0.98	0.404±0.000	56.35±0.43	29.44±0.02	0.129±0.000^{ab}
P x 5. Gün	2	163.00±0.86	0.398±0.000	64.84±0.43	29.89±0.72	0.121±0.000^{abc}
P x 7. Gün	2	184.50±1.55	0.383±0.000	70.57±0.29	32.03±2.67	0.116±0.000^{bc}

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

Üretim süreci ilerledikçe sucukların sertlik değerlerinde kademeli olarak artış gözlenmiştir. Sucukta tekstürün/yapının oluşumunda, miyofibriller proteinlerdeki değişikliklerin büyük önem arz ettiği ifade edilmiştir. Olgunlaştırma sürecinde mikrobiyal faaliyetlere bağlı olarak, pH'nın proteinlerin izoelektrik noktasına düşmesi sonucu proteinlerin degradasyona uğradığı ve bu nedenle zamanla sucuk sertliğinin arttığı bildirilmiştir. Ayrıca yine üretim (olgunlaştırma) sürecinde sucuğun su aktivitesinin düştüğü ve ürünün kendine özgü tekstürünü kazandığı ve kesilebilir bir kıvam aldığı da rapor edilmiştir (Blom ve ark., 1996; Gimeno ve ark., 2000; Visessanguan ve ark., 2004).

Üretim sürecinde örneklerin sertlik değerlerindeki değişim Şekil 4.11'de gösterilmiştir.



Şekil 4.11. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecinde sertlik (hardness) değerlerindeki değişim

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyoduna ait sertlik değerlerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.43'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.44'de verilmiştir.

Varyans Analiz Sonuçlarına göre depolama periyodunda sucuk örneklerinin sertlik değerleri üzerine kürleme ajanının, depolama periyodunun ve kürleme ajanı-depolama periyodu interaksiyonunun etkileri istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) seviyede bulunmuştur.

Dereotu ve maydanoz tozu ilave edilen sucuk örneklerinin, depolama periyodunda en yüksek sertlik değerlerine sahip olduğu belirlenmiş olup, en düşük sertlik değeri ise sodyum nitrit ilaveli örneklerde gözlenmiştir. Sodyum nitrat ve ıspanak tozu ilaveli sucukların ise sodyum nitrit içeren sucuklardan biraz daha sert oldukları belirlenmiştir. Diğer kürleme ajanlarına göre; sucuk formülasyonlarına daha fazla miktarda dereotu ve maydanoz tozları ilave edilmesinin, bu gruplardaki sucuk örneklerinin sertlik değerlerindeki artışın sebebi olabileceği tahmin edilmektedir.

Çizelge 4.43. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyodundaki tekstür profil analiz (TPA) verilerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	*Sertlik (Hardness)*		*Dış yapışkanlık (Adhesiveness)*		*İç yapışkanlık (Cohesiveness)*		*Elastikiyet (Springiness)*	
		KO	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Kürleme ajanı (A)	5	4110.24	589.78**	6.496	9.90**	0.00072	4.28**	0.00201	1.19
Depolama periyodu (B)	6	478.02	68.59**	69.164	105.37**	0.00133	7.91**	0.00454	2.68
AxB	30	118.23	16.97**	1.979	3.02**	0.00024	1.45	0.00205	1.21
Hata	42	6.97		0.656		0.00017		0.00170	
Toplam	83								

Varyasyon Kaynağı	SD	*Sakızımsılık (Gumminess)*		*Çiğnenebilirlik (Chewiness)*		*Geri kazanım (Resilience)*	
		KO	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Kürleme ajanı (A)	5	660.791	148.94**	155.83	14.86**	0.000298	11.69**
Depolama periyodu (B)	6	40.325	9.09	17.85	1.70	0.000433	17.03**
AxB	30	15.411	3.47	11.05	1.05	0.000039	1.53
Hata	42	4.437		10.49		0.000025	
Toplam	83						

**p<0.01

Sucuk örneklerinin sertlik değerleri depolama periyodunda dalgalanmalar göstermiştir. En yüksek (176.80 N) sertlik değeri depolama periyodunun başlangıcında (0. günde), en düşük (156.80 N) sertlik değeri ise 45. günde saptanmıştır.

Depolama periyodunda sucuk örneklerimizin sertlik değerlerinin; 131.70 ile 199.40 N arasında değiştiği tespit edilmiştir. En düşük sertlik değeri; sodyum nitrit ile kürlenen sucukların 45. ve 90. günlerinde; en yüksek sertlik değeri ise 75. günde maydanoz tozu ile kürlenmiş sucuklarda belirlenmiştir.

Gök (2006), doğal antioksidan katkılı fermente sucukların sertlik değerlerinin 3.15 ile 3.71 kg arasında değiştiğini belirlemiş olup, örneklerin sertlikleri arasındaki farklılıkların önemsiz (p>0.05) olduğunu bildirmiştir.

Herrero ve ark. (2007); chorizo, salchichon, salam, fuet ve mini fuet gibi bazı fermente sosislerin tekstürel karakteristiklerini incelemişler ve örneklerin sertlik sonuçlarının 100 ile 272 N arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Demir (2013); fermente sucuk üretiminde şalgam suyu ilavesinin etkilerini belirlemeye çalışmıştır. Örneklerin 0. gün sertliklerinin 1.61 ile 3.02 kg; depolamanın 30. gününde ise 5.20 - 7.45 kg arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Çizelge 4.44. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyodundaki ortalama tekstür profil analiz (TPA) verilerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme ajanı (A)	**n**	**Sertlik (N) (Hardness)**	**Dış Yapışkanlık (N.s) (Adhesiveness)**	**İç Yapışkanlık (Cohesiveness)**	**Sakızımsılık (N) (Gumminess)**	**Çiğnenebilirlik (N) (Chewiness)**	**Geri Kazanım (Resilience)**
Nitrat (Nat)	14	160.50±3.34^{c}	5.02±0.93^{ab}	0.417±0.00^{ab}	66.83±1.14^{c}	31.63±0.71^{c}	0.118±0.00^{bc}
Nitrit (Nit)	14	139.70±1.69^{d}	5.57±0.79^{a}	0.416±0.00^{ab}	58.01±0.60^{d}	27.20±0.86^{d}	0.113±0.00^{c}
Dereotu tozu (D)	14	183.40±1.62^{a}	4.64±0.57^{b}	0.406±0.00^{b}	74.45±0.71^{b}	33.71±0.63^{abc}	0.116±0.00^{c}
Ispanak tozu (I)	14	158.10±3.40^{c}	4.36±0.60^{bc}	0.425±0.01^{a}	66.99±0.91^{c}	31.79±1.20^{bc}	0.123±0.00^{ab}
Maydanoz tozu (M)	14	185.10±2.42^{a}	3.53±0.50^{c}	0.417±0.00^{ab}	77.13±1.00^{a}	36.58±1.10^{a}	0.125±0.00^{a}
Pazı tozu (P)	14	170.00±1.67^{b}	4.51±0.58^{b}	0.426±0.01^{a}	72.35±0.95^{b}	35.42±0.74^{ab}	0.123±0.00^{ab}
Depolama periyodu (B)							
1. Gün	12	176.80±4.10^{a}	3.01±0.21^{bc}	0.397±0.00^{b}	70.17±1.62	31.12±0.69	0.121±0.00^{ab}
15. Gün	12	163.90±4.07^{c}	3.95±0.28^{b}	0.415±0.01^{a}	68.00±1.75	33.38±1.34	0.121±0.00^{ab}
30. Gün	12	163.50±5.66^{c}	3.73±0.20^{b}	0.428±0.00^{a}	69.92±2.33	33.09±1.01	0.124±0.00^{a}
45. Gün	12	156.80±5.47^{d}	7.50±0.60^{a}	0.426±0.00^{a}	66.72±1.99	32.31±0.95	0.115±0.00^{b}
60. Gün	12	163.90±5.23^{c}	8.52±0.58^{a}	0.414±0.00^{a}	67.79±1.88	32.67±1.57	0.108±0.00^{c}
75. Gün	12	170.30±5.99^{b}	3.24±0.16^{bc}	0.423±0.00^{a}	71.92±2.44	34.83±1.39	0.124±0.00^{a}
90. Gün	12	167.90±5.15^{b}	2.30±0.15^{c}	0.420±0.01^{a}	70.52±2.34	31.64±1.79	0.124±0.00^{a}
AxB							
Nat x 1. Gün	2	172.90±0.46^{defghı}	2.90±0.04^{ijkl}	0.401±0.00	69.29±0.43	30.97±0.37	0.122±0.00
Nat x 15. Gün	2	165.70±0.84^{hıj}	4.18±0.46^{fghıjkl}	0.413±0.00	68.38±0.79	32.42±4.52	0.119±0.00
Nat x 30. Gün	2	142.70±0.64^{mn}	3.32±0.65^{ghıjkl}	0.425±0.02	60.60±1.92	31.17±0.47	0.114±0.00
Nat x 45. Gün	2	141.60±0.90^{mn}	8.02±0.75^{bcd}	0.429±0.00	60.72±0.06	31.14±0.46	0.113±0.00
Nat x 60. Gün	2	162.90±2.16^{ijk}	11.77±0.22^{a}	0.417±0.00	67.88±0.48	31.11±2.71	0.103±0.00
Nat x 75. Gün	2	166.90±1.49^{hı}	3.24±0.17^{hıjkl}	0.421±0.00	70.21±0.85	34.88±1.42	0.125±0.00
Nat x 90. Gün	2	170.70±0.15^{efghı}	1.70±0.31^{l}	0.415±0.00	70.77±0.21	29.71±0.28	0.128±0.00
Nit x 1. Gün	2	148.70±0.49^{lm}	4.23±0.52^{fghıjkl}	0.398±0.01	59.18±0.96	27.93±0.75	0.118±0.00
Nit x 15. Gün	2	140.00±4.73^{mn}	5.45±0.32^{defghıjk}	0.411±0.01	57.51±0.14	28.09±1.12	0.115±0.01
Nit x 30. Gün	2	141.30±5.25^{mn}	4.03±0.66^{fghıjkl}	0.427±0.00	60.25±0.59	28.47±0.92	0.107±0.00
Nit x 45. Gün	2	131.70±2.03^{n}	11.11±1.36^{ab}	0.432±0.01	56.95±2.29	27.25±0.51	0.125±0.00
Nit x 60. Gün	2	140.70±2.74^{mn}	7.83±1.52^{bcde}	0.408±0.00	57.43±1.56	24.61±0.02	0.106±0.01
Nit x 75. Gün	2	141.90±2.20^{mn}	3.52±0.11^{ghıjkl}	0.419±0.01	59.41±2.09	31.10±4.50	0.107±0.00
Nit x 90. Gün	2	133.80±2.83^{n}	2.81±0.27^{ijkl}	0.414±0.00	55.33±0.55	22.94±0.70	0.118±0.01
D x 1. Gün	2	184.30±0.31^{bc}	2.94±0.42^{ijkl}	0.385±0.00	70.81±0.09	30.04±0.56	0.116±0.00
D x 15. Gün	2	180.20±3.48^{bcdefg}	4.25±0.01^{fghıjkl}	0.409±0.00	73.69±0.64	31.59±0.33	0.115±0.00
D x 30. Gün	2	184.40±0.25^{bc}	4.45±0.41^{efghıjkl}	0.420±0.00	77.45±0.77	35.27±0.72	0.121±0.00
D x 45. Gün	2	173.50±0.57^{cdefghı}	6.68±0.33^{cdefg}	0.421±0.00	72.98±0.55	35.78±1.96	0.123±0.00
D x 60. Gün	2	180.50±0.89^{bcdefg}	8.32±1.13^{bcd}	0.399±0.01	72.05±0.63	36.21±0.33	0.115±0.00
D x 75. Gün	2	190.70±1.12^{ab}	3.52±0.27^{ghıjkl}	0.405±0.00	77.23±0.39	33.17±0.70	0.104±0.00
D x 90. Gün	2	190.50±0.45^{ab}	2.33±0.25^{kl}	0.404±0.00	76.92±0.24	33.89±0.07	0.117±0.00
I x 1. Gün	2	181.50±0.23^{bcde}	2.65±0.03^{jkl}	0.397±0.00	72.08±0.73	31.07±2.03	0.119±0.00
I x 15. Gün	2	154.60±2.60^{jkl}	3.35±0.35^{ghıjkl}	0.432±0.01	66.69±0.64	36.49±5.28	0.124±0.01
I x 30. Gün	2	155.30±0.29^{jkl}	3.77±0.17^{fghıjkl}	0.435±0.01	67.59±1.33	33.42±3.38	0.129±0.00
I x 45. Gün	2	145.80±1.74^{lm}	7.00±0.43^{cdef}	0.445±0.00	64.93±0.24	31.47±0.91	0.129±0.00
I x 60. Gün	2	145.50±1.89^{lm}	8.21±0.79^{bcd}	0.435±0.01	63.33±2.53	31.22±4.21	0.124±0.00
I x 75. Gün	2	154.00±1.28^{kl}	3.44±0.05^{ghıjkl}	0.431±0.01	66.24±0.83	30.84±0.80	0.112±0.00
I x 90. Gün	2	170.10±1.03^{fghı}	2.09±0.09^{kl}	0.400±0.03	68.05±4.52	28.02±5.30	0.128±0.01
M x 1. Gün	2	189.90±0.47^{ab}	2.21±0.32^{kl}	0.394±0.00	74.73±0.89	32.08±0.16	0.117±0.00
M x 15. Gün	2	172.90±1.06^{defghı}	2.82±0.34^{ijkl}	0.426±0.01	73.61±2.84	36.17±2.08	0.125±0.00
M x 30. Gün	2	188.20±3.12^{b}	2.99±0.07^{ijkl}	0.421±0.01	79.01±0.22	33.19±0.12	0.130±0.00
M x 45. Gün	2	181.10±2.08^{bcdef}	6.43±0.97^{cdefgh}	0.416±0.00	75.25±0.16	34.72±1.87	0.130±0.00
M x 60. Gün	2	188.90±0.46^{ab}	6.08±0.66^{cdefghı}	0.406±0.00	76.48±0.52	37.94±4.60	0.116±0.00
M x 75. Gün	2	199.40±1.22^{a}	2.27±0.06^{kl}	0.422±0.01	84.04±2.87	42.35±1.25	0.113±0.01
M x 90. Gün	2	175.10±0.42^{cdefgh}	1.95±0.07^{l}	0.439±0.00	76.77±0.20	39.59±0.33	0.126±0.00
P x 1. Gün	2	183.80±0.14^{bcd}	3.14±0.22^{hıjkl}	0.406±0.00	74.95±0.82	34.64±1.29	0.135±0.00
P x 15. Gün	2	169.70±2.26^{ghı}	3.62±0.57^{fghıjkl}	0.402±0.03	68.12±3.97	35.51±3.26	0.124±0.01
P x 30. Gün	2	169.10±0.97^{hı}	3.82±0.54^{fghıjkl}	0.441±0.00	74.61±0.86	37.01±3.05	0.121±0.00
P x 45. Gün	2	167.10±1.73^{hı}	5.73±1.27^{cdefghıj}	0.416±0.00	69.48±0.09	33.47±1.86	0.126±0.00
P x 60. Gün	2	164.70±2.09^{hıjk}	8.88±0.54^{abc}	0.422±0.01	69.55±0.50	34.94±0.86	0.117±0.00
P x 75. Gün	2	168.70±1.17^{hı}	3.42±0.61^{ghıjkl}	0.442±0.01	74.41±2.29	36.67±3.05	0.110±0.00
P x 90. Gün	2	167.20±0.57^{hı}	2.93±0.12^{ijkl}	0.450±0.00	75.30±0.15	35.68±2.38	0.131±0.00

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

Sucu ve Turp (2018); alternatif kürleme ajanı olarak fermente sucukların üretiminde kırmızı pancar tozunu kullandıkları çalışmada, depolamanın 0. ve 84. günlerinde örneklerin tekstürel özelliklerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda, uygulanan muamelenin ve depolama periyodunun örneklerin sertlik değerlerini etkilemediğini ($p>0.05$) bildirmişlerdir. Sertlik değerlerindeki farklılıkların önemsiz çıkmasının sebebi olarak da; ilave edilen kürleme ajanlarının miktarının çok düşük olmasını göstermişlerdir.

Söz konusu çalışmalarda; sertlik değerleri üzerine genellikle uygulanan muamelelerin etkileri istatistiki açıdan önemsiz olarak belirlenmiş olmasına karşın, çalışmamızda sucuk örneklerimizin sertlik değerlerindeki farklılıklar önemli düzeyde bulunmuştur. Muhtemelen bu durumun çalışmamızda uygulanan muamelelerin farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Dış Yapışkanlık (Adhesiveness)

Tekstür Profil Analizi parametrelerinden biri olan dış yapışkanlık; gıda maddesinin yüzeyinin, temas ettiği yüzey (damak, diş veya probe) ile arasındaki çekim kuvvetini yenmek için gerekli iş olarak ifade edilmiştir (Coelho ve ark., 2007).

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecine ait dış yapışkanlık değerlerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.41'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Ek-3'de (Çizelge 1) verilmiştir.

Varyans Analiz sonuçlarına göre üretim sürecinde örneklerin dış yapışkanlık değerleri üzerine kürleme ajanının, üretim sürecinin ve kürleme ajanı-üretim süreci interaksiyonunun etkileri istatistiksel açıdan önemsiz ($p>0.05$) çıkmıştır.

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyoduna ait dış yapışkanlık değerlerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.43'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.44'de verilmiştir.

Varyans Analiz sonuçları incelendiğinde, depolama periyodunda sucuk örneklerinin dış yapışkanlık değerleri üzerine kürleme ajanının, depolama periyodunun ve kürleme ajanı-depolama periyodu interaksiyonunun etkileri istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Depolama periyodunda Nit (sodyum nitrit) ile kürlenen örneklerin en yüksek dış yapışkanlık değerlerine sahip olduğu ve bunu Nat (sodyum nitrat) ilaveli örneklerin takip ettiği belirlenmiştir. Sebze tozları ile yapılan doğal kürlemenin; genel olarak

sucukların dış yapışkanlık değerlerini azalttığı belirlenmiş olup, en düşük dış yapışkanlık değerleri maydanoz tozu ilave edilen sucuklarda saptanmıştır.

Depolama periyodu boyunca sucukların dış yapışkanlık değerlerinde dalgalanmalar tespit edilmiş olup, en yüksek dış yapışkanlık değerleri depolamanın 45. ve 60. günlerinde belirlenmiştir. Kürleme ajanı x depolama periyodu interaksiyonu açısından incelendiğinde; örneklerin dış yapışkanlık değerlerinin 1.70 ile 11.77 N.s arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. En yüksek (11.77 N.s) dış yapışkanlık değeri 60. günde Nat (sodyum nitrat) içeren sucuklarda, en düşük (1.70 N.s) değeri ise 90. gün M (maydanoz tozu) ilave edilen sucuklarda belirlenmiştir.

Ergönül (2009), probiyotik içeren fermente sucuklarda üretim (olgunlaştırma) aşamasının bitiminden sonra (0. ay) dış yapışkanlık değerlerinin 0.50-0.73 N.s ve 8. ay sonunda ise 0.68 ile 1.35 N.s arasında değiştiğini bildirmiştir. Depolama periyodunda örneklerin dış yapışkanlık değerlerinin yükseldiğini ifade etmiştir.

Kurt (2012); fermente sucuğun bazı kalite karakteristikleri üzerine kuru incir ve taze siyah incir ilavesinin etkilerini belirlemiştir. Dış yapışkanlık değerlerinin, 7. günde kontrol grubunda, kuru ve siyah incir ilaveli sucuk örneklerinde sırasıyla 2.6, 2.8 ve 1.29 N.s olduğunu, 14. günde değerlerin 3.83, 4.15 ve 2.63 N.s'e yükseldiğini belirlemiştir. 30. günde ise örneklerin dış yapışkanlık değerlerinin; kontrol grubu için 2.58 N.s, kuru incir içeren örnekler için 3.91 N.s, taze siyah incir ilaveli örnekler için 2.40 N.s olduğu rapor edilmiştir.

Demir (2013), şalgam suyu ilavesinin fermente sucuk üretimi üzerine etkilerini incelemiştir. Örneklerin 0. gün dış yapışkanlık değerlerinin 41.21 ile 50.95 g.s; depolamanın 30. gününde ise 70.42 – 88.38 g.s arasında değiştiğini belirlemiştir.

Ünal (2017), ısıl işlem görmüş sucuklarda dış yapışkanlık değerlerinin 0.56 ile 0.64 N.s arasında değiştiğini belirlemiştir.

Zungur Bastıoğlu (2019), hayvansal yağ yerine zeytinyağı ilavesiyle ürettiği fermente sucukların dış yapışkanlık değerlerinin 4.83 ile 7.38 N.s (473.44-723.21 g.s) arasında değiştiğini ifade etmiştir.

Sucuk örneklerimizde belirlediğimiz dış yapışkanlık değerleri, literatürdeki veriler ile uyum içerisindedir. Ancak depolama periyodunda sucuk örneklerimizde zamanla meydana gelen artış ve/veya azalışlar, literatürdeki dış yapışkanlık değerlerinin zamanla değişimi bulgularından farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıkların; depolama şartları, üretim formülasyonları/yöntemleri ve uygulanan muamelelerin farklı olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

İç Yapışkanlık (Cohesiveness)

İç yapışkanlık (cohesiveness); gıdaların yapısını oluşturan iç bağların gücü olarak tanımlanmıştır (Coelho ve ark., 2007).

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecine ait iç yapışkanlık değerlerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.41'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.42'de verilmiştir.

Varyans Analiz sonuçlarına göre örneklerin iç yapışkanlık değerleri üzerine kürleme ajanının ve üretim sürecinin etkileri istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Kürleme ajanı x üretim süreci interaksiyonunun örneklerin iç yapışkanlık değerleri üzerine etkisi, istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$)'dir.

Ispanak ve maydanoz tozları ilaveli sucuk örneklerine ait iç yapışkanlık değerlerinin en yüksek olduğu; Nat ile kürlenen örneklerin ise en düşük (0.380) iç yapışkanlık değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Uz (2008); az yağlı sucuklara kepek ilave etmiş ve kepek ilavesinin sucuk örneklerinin iç yapışkanlık değerlerini artırdığını belirlemiştir. Üretim sürecinin 3. ve 5. günlerinde örneklerin iç yapışkanlık değerleri arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz olup, 7. günde dış yapışkanlık değeri azalmıştır.

Bozkurt ve Bayram (2006), sucukların ortalama iç yapışkanlık değerlerini üretim (olgunlaştırma) sürecinin başında 0.70; üretimin sonunda ise 0.64 olarak belirlemişlerdir. Kargozari ve ark. (2014) starter kültür (Siahmazgi peynirinden izole edilen) ilave ederek ürettikleri fermente sucukların bazı kalite parametrelerini incelemişlerdir. 15 gün süren üretim (olgunlaştırma) sürecinde örneklerin iç yapışkanlık değerlerinin başlangıçta 0.70 seviyesine yükseldiğini, olgunlaştırmanın sonunda ise yaklaşık 0.45'ler civarına düştüğünü bildirmişlerdir.

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyoduna ait iç yapışkanlık verilerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.43'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.44'de verilmiştir.

Depolama periyoduna ait Varyans Analiz sonuçları incelendiğinde örneklerin iç yapışkanlık değerleri üzerine kürleme ajanının ve depolama periyodunun etkileri istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Kürleme ajanı-depolama periyodu interaksiyonunun sucukların iç yapışkanlık değerleri üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$)'dir.

Depolama periyodunda, ıspanak ve pazı tozu ilave edilen sucukların en yüksek iç yapışkanlık değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. En düşük ortalama iç yapışkanlık değeri ise; dereotu tozu ilave edilen örneklerde belirlenmiştir.

Depolama periyodunda, en düşük iç yapışkanlık değerleri 1. günde belirlenmiş olup, diğer depolama periyotları arasındaki farklılıkların önemsiz ($p>0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

İç yapışkanlık değerini etkileyen çeşitli faktörlerin olduğu ve özellikle sucuk formülasyonunun ve yağ içeriğinin en önemli faktörler arasında yer aldığı bildirilmiştir (Ergönül, 2009).

Crehan ve ark. (2000) maltodekstrin ve farklı seviyelerde yağ içeren Frankfurter tipi sosislerin iç yapışkanlık değerlerinin 0.59 ile 0.64 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Liaros ve ark. (2009) yağ seviyesinin ve vakum altında ambalajlamanın, fermente sosislerin bazı kalite parametrelerine etkilerini inceledikleri çalışmada, iç yapışkanlık değerlerinin 0.68 ile 0.85 arasında değişim gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Atik (2013); sucuk örneklerinde iç yapışkanlık değerlerininin depolama periyodunun başlangıcında 0.42-0.56; 30. günde 0.48-0.58; 60. günde 0.47-0.55 ve 90. günde 0.50-0.54 arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Ekici ve ark. (2015); fermente sucuk üzerine siyah havuç konsantresi kullanımının etkilerini belirledikleri çalışmada, üretim (olgunlaştırma) süreci sonrası (12 gün) iç yapışkanlık değerlerinin 0.44 – 0.61 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

Zungur Bastıoğlu (2019); hayvansal yağ yerine zeytin yağı ilavesiyle üretilen fermente sucukların iç yapışkanlık değerlerinin 0.56-0.61 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Sucuk örneklerimizin iç yapışkanlık değerleri, literatür bulgularıyla paralellik arzetmiştir.

Elastikiyet (Springiness)

Elastikiyet; gıdaya herhangi bir deforme edici kuvvet uygulandıktan sonra, gıdanın kendini toparlayarak başlangıçtaki haline dönme hızı olarak tanımlanmıştır (Rosenthal, 1999; Zhang ve ark., 2005).

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecine ait elastikiyet değerlerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.41'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Ek-4'de (Çizelge 2) verilmiştir.

Varyans Analiz sonuçlarına göre sebze tozları ile doğal kürlemenin sucuk örneklerinin elastikiyetini etkilemediği ($p>0.05$) tespit edilmiştir. Üretim sürecinde, sucuk örneklerinin elastikiyet değerlerinde gözlenen değişimin istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca alternatif kürleme ajanı x üretim süreci interaksiyonunun da sucukların elastikiyeti üzerine etkisi önemsiz ($p>0.05$) çıkmıştır. Üretim sürecinde sucuk örneklerinin elastikiyet değerlerinin 0.411 ile 0.471 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyoduna ait elastikiyet verilerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.43'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Ek-5'de (Çizelge 3) verilmiştir.

Varyans Analiz sonuçları incelendiğinde depolama periyodunda da sucuk örneklerinin elastiket değerleri üzerine doğal kürleme ajanlarının, depolama periyodunun ve alternatif kürleme ajanı x depolama periyodu interaksiyonunun etkilerinin önemsiz ($p>0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Sucuk örneklerimizin, depolama periyodunda elastikiyet değerlerinin 0.415 ile 0.547 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Bozkurt ve Bayram (2006); fermente sucuklarda, elastikiyet değerinin üretim sürecinin başlangıcında 0.82, üretim (olgunlaştırma) sürecinin sonunda ise 0.65 olduğunu bildirmişlerdir.

Toptancı (2007); farklı sıcaklıklarda ısıl işlem uygulamasının, sucukların elastikiyet değerleri arasındaki farklılıklara etkisinin önemsiz ($p>0.05$) olduğunu rapor etmiştir.

Uz (2008); farklı düzeylerde buğday kepeği ilave ettiği sucukların elastikiyet değerlerinin 0.44-0.51 arasında değiştiğini belirlemiş olup, elastikiyet değerleri arasındaki farklılıkların önemsiz ($p>0.05$) olduğunu bildirmiştir.

Olivares ve ark. (2009); 42 günlük üretim (olgunlaştırma) süresi sonunda fermente sucukların elastikiyet değerlerinin 0.70-0.73 arasında değişim gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Bağdatlı (2013); sucuk örneklerinin elastikiyet değerlerinin 0.25 ile 0.31 aralığında değiştiğini bildirmiştir.

Demir (2013), fermente sucukların 0. güne ait elastikiyet değerlerinin 0.31-0.35; depolamanın 30. gününde ise 0.33-0.39 arasında değiştiğini rapor etmiştir.

Ekici ve ark. (2015); siyah havuç konsantresi içeren sucukların elastikiyet değerlerinin 0.50 ile 0.61 aralığında değiştiğini belirlemişlerdir.

Ünal (2017) farklı baharat ve hayvansal yağlar ile ürettiği sucukların elastikiyet değerlerini belirlemiş olup, uyguladığı muamelelerin elastikiyet değerleri üzerine etkilerinin önemsiz ($p>0.05$) olduğunu bildirmiştir.

Zungur Bastıoğlu (2019); fermente sucukların elastikiyet değerlerinin, 0.68 ile 0.82 arasında değiştiğini belirlemiştir.

Çalışmamızda sucuk örneklerimize ait belirlediğimiz elastikiyet değerleri, literatür bulgularıyla paralellik göstermiştir.

Sakızımsılık (Gumminess)

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecine ait sakızımsılık verilerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.41'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.42'de verilmiştir.

Varyans Analiz sonuçlarına göre; örneklerin sakızımsılık analiz sonuçları üzerine kürleme ajanının ve üretim sürecinin etkileri istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Kürleme ajanı x üretim süreci interaksiyonunun sucukların sakızımsılık analiz sonuçları üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$)'dir.

Sebze tozları ile yapılan kürlemenin, sucukların sakızımsılık özelliğini artırdığı/iyileştirdiği belirlenmiştir. Doğal olarak kürlenen örneklerin (D, I, M ve P) sakızımsılık analiz sonuçları arasındaki farklılıklar önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Uz (2008), %0, %3, %6 ve %9 kepek ilavesiyle ürettiği fermente sucukların, sakızımsılık analiz sonuçlarını sırasıyla 4.25, 4.41, 4.57 ve 5.24 N olarak belirlemiş ancak örnekler arasındaki farklılığın istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$) olduğunu ifade etmiştir. Kozan (2018); %0.0, %1.0, %2.5 ve %5.0 seviyelerinde yulaf kepeği içeren sucuk örneklerinin sakızımsılık analiz sonuçlarının sırasıyla 3012.22, 3676.45, 4713.91 ve 5052.84 g olduğunu belirlemiş ve yulaf kepeği düzeyinin artışıyla sucukların sakızımsılık özelliğinin arttığını bildirmiştir.

Çalışmamızda üretim sürecinin ilerlemesiyle, örneklerin sakızımsılık özelliğinin arttığı belirlenmiş olup, en yüksek (66.49 N) sakızımsılık değeri 7. günde tespit edilmiştir. Sucuk üretiminde fermantasyonda meydana gelen protein denatürasyonu ve

kurutma aşamasında serbest suyun uzaklaşması sonucu sucuğun daha sert bir yapıya kavuştuğu dolayısıyla sucuğun sakızımsılık özelliğinin artabileceği ifade edilmiştir (Ergönül, 2009).

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyoduna ait sakızımsılık verilerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.43'te, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.44'de verilmiştir.

Varyans Analiz sonuçlarına göre sucukların sakızımsılık analiz sonuçları üzerine kürleme ajanının etkisi istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Depolama periyodu ve kürleme ajanı x depolama periyodu interaksiyonunun sucukların sakızımsılık analiz sonuçları üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

Depolama periyodunda, kürleme ajanlarının sucukların sakızımsılık özelliği üzerine etkisi incelendiğinde; maydanoz tozu içeren sucukların en yüksek (77.13 N) sakızımsılık değerlerine sahip olduğu belirlenmiş olup, bunu dereotu tozu ve pazı tozu içeren sucuklar takip etmiştir.

Crehan ve ark. (2000), farklı seviyelerde yağ ve maltodekstrin içeren Frankfurter tipi sosislerin sakızımsılık analiz sonuçlarının sırasıyla; 13.4-26.0 N arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Herranz ve ark. (2001); farklı starter kültür içeren fermente sucukların sakızımsılık analiz sonuçlarının 22.3-37.4 N arasında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Oostindjer ve ark. (2014); %10, %20 ve %30 yağ içeren fermente sucukların sakızımsılık analiz sonuçlarının sırasıyla 32.4, 32.0 ve 28.5 N olduğunu belirtmişlerdir. Bağdatlı (2013); sucuklarda sakızımsılık analiz sonuçlarının 22959-33099 g aralığında değiştiğini bildirmiştir. Demir (2013), şalgam suyu ilavesiyle ürettiği fermente sucukların 30. gününe ait sakızımsılık analiz sonuçlarının 3.55-4.87 kg arasında değiştiğini belirlemiştir. Ekici ve ark. (2015), siyah havuç konsantresi içeren fermente sucukların sakızımsılık analiz sonuçlarının 280.52-462.89 N arasında olduğunu bildirmişlerdir. Palamutoğlu ve Sarıçoban (2012), sucukların sakızımlık analiz sonuçlarının 12.91-37.32 N arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Ünal (2017), farklı hayvansal yağ ve çeşitli baharatlarla ürettiği sucukların sakızımsılık analiz sonuçlarının 19.64-58.64 N aralığında değiştiğini belirlemiştir.

Çiğnenebilirlik (Chewiness)

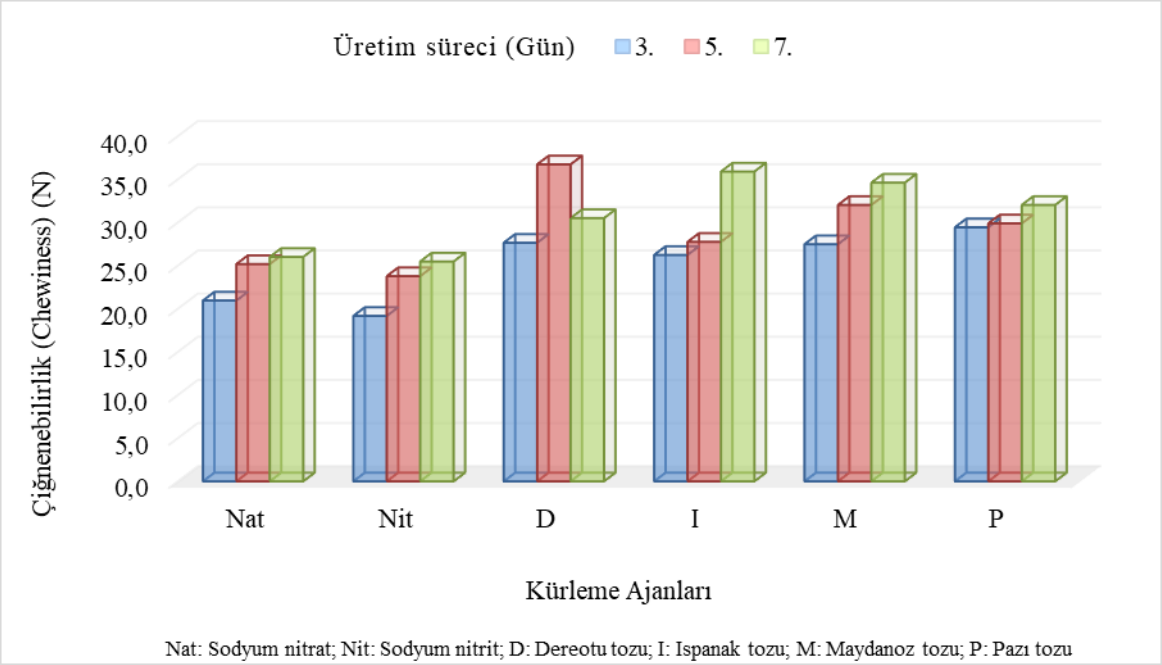
Çiğnenebilirlik, katı bir gıdanın yutmaya hazır hale gelinceye kadar parçalanması için gerekli enerji olarak ifade edilmiştir (Coelho ve ark., 2007).

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecine ait çiğnenebilirlik verilerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.41'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.42'de verilmiştir.

Varyans Analiz sonuçlarına göre, örneklerin çiğnenebilirlik analiz sonuçları üzerine kürleme ajanının ve üretim sürecinin etkileri istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Kürleme ajanı x üretim süreci interaksiyonunun sucukların çiğnenebilirlik analiz sonuçları üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$)'dir.

Sebze tozları ile kürlenen sucukların kontrol gruplarına (Nat ve Nit) göre daha yüksek çiğnenebilirlik değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Doğal kürleme uygulanan sucuk gruplarına (D, I, M ve P) ait çiğnenebilirlik sonuçları arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda üretim sürecinin ilerlemesiyle, örneklerin çiğnenebilirliği için gerekli enerji miktarının arttığı belirlenmiş olup, en yüksek (30.76 N) çiğnenebilirlik değerleri 5. ve 7. günlerde belirlenmiştir. Uz (2008); farklı seviyelerde kepek ilavesiyle ürettiği fermente sucukların bazı kalite karakteristiklerini belirlemiş olup, kontrol grubu, %3, %6 ve %9 düzeyinde kepek içeren sucukların çiğnenebilirlik değerlerinin sırasıyla 26.53, 26.65, 30.66 ve 36.70 N olduğunu tespit etmiştir. İlave edilen kepek düzeyi arttıkça, çiğnenebilirlik için gerekli enerji değerlerinin arttığı ve bu artışın istatiki açıdan önemli olduğu rapor edilmiştir.

Üretim sürecinde, sucukların çiğnenebilirlik değerlerinin zamanla artış gösterdiği belirlenmiş olup, 5. ve 7. günlerde belirlenen çiğnenebilirlik değerleri arasındaki farklılık önemsiz olarak tespit edilmiştir. En düşük çiğnenebilirlik için gerekli enerji değerleri 3. günde belirlenmiştir. Üretim sürecinde sucukların çiğnenebilirlik değerlerinin 19.17 ile 36.73 N arasında değiştiği belirlenmiştir. Sucuk üretiminin fermantasyon aşamasında artan asitlik sonucunda, protein denatürasyonunun meydana gelmesi ve kurutma aşamasında ise; serbest suyun uzaklaşması sonucu daha sert bir yapıya kavuşması sebebiyle üretim (olgunlaştırma) sürecinde sucuğun çiğnenebilirlik değerlerinin artabileceği belirtilmiştir (Ergönül, 2009). Üretim sürecinde örneklerin çiğnenebilirlik sonuçlarındaki değişim Şekil 4.12'de gösterilmiştir.



Şekil 4.12. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecinde çiğnenebilirlik (chewiness) özelliğindeki değişim

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyoduna ait çiğnenebilirlik verilerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.43'te, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.44'te verilmiştir.

Depolama periyoduna ait Varyans Analiz sonuçları incelendiğinde, sucukların çiğnenebilirlik değerleri üzerine kürleme ajanının etkisi istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Depolama periyodu ve kürleme ajanı x depolama periyodu interaksiyonunun sucukların çiğnenebilirlik analiz sonuçları üzerine etkileri istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

Depolama periyodunda, en düşük (27.20 N) çiğnenebilirlik değerleri sodyum nitrit ile kürlenen sucuklarda belirlenmiş olup, bunu sodyum nitrat ile kürlenen örnekler takip etmiştir. En yüksek (36.58 N) çiğnenebilirlik değeri, maydanoz tozu ilave edilen sucuklarda belirlenmiştir.

Casquete ve ark. (2011); İspanya'ya özgü sucuklarda çiğnenebilirlik değerlerinin 46.07 ile 126.07 N aralığında değiştiğini bildirmişlerdir.

Atik (2013); farklı düzeylerde keçi eti ilave ederek ürettiği fermente sucukların 0., 30, 60., ve 90. günlerinde çiğnenebilirlik değerlerinin sırasıyla; 71.34-86.34 N (7.28-8.81 kg), 68.40-87.81 N (6.98-8.96 kg), 69.58-87.42 N (7.10-8.92 kg) ve 68.21-80.75 N (6.96-8.24 kg) arasında değiştiğini belirlemiştir. %100 keçi eti ve %75 keçi eti- %25

sığır eti karışımı ile üretilen sucukların çiğnenebilirlik değerlerinin; kontrol ve diğer gruplara kıyasla daha yüksek olduğunu rapor etmiştir.

Sucu ve Turp (2018); kırmızı pancar tozu ilaveli fermente sucukların tekstürel özelliklerini, depolama sürecinin başında (0. gün) ve 84. günde belirlemişlerdir. Kırmızı pancar tozu ilavesinin ve depolama periyodunun; sucukların çiğnenebilirlik değerleri üzerine olan etkilerini önemsiz ($p>0.05$) olarak belirlemişlerdir. Sucukların çiğnenebilirlik değerlerinin 0. günde 1.79-2.07 N; 84. günde ise 0.75 ile 1.84 N aralığında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Zungur Bastıoğlu (2019), fermente sucuklara ait çiğnenebilirlik değerlerinin 20.42-55.07 N arasında değiştiğini belirlemiştir. Zeytinyağı içeren sucuk örneklerinin ortalama çiğnenebilirlik değerlerinin, kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu bildirmiştir.

Çalışmamızda tüm sucuk örneklerimizin çiğnenebilirlik değerleri, literatür bulgularıyla paralellik göstermiştir.

Geri kazanım (Resilience)

Geri kazanım, gıdaya uygulanan deforme edici etki kaldırıldığı zaman, gıdanın orijinal şeklini ve boyutunu geri kazanması için ne kadar çaba verdiğinin bir ölçüsü olarak ifade edilmiştir (Coelho ve ark., 2007).

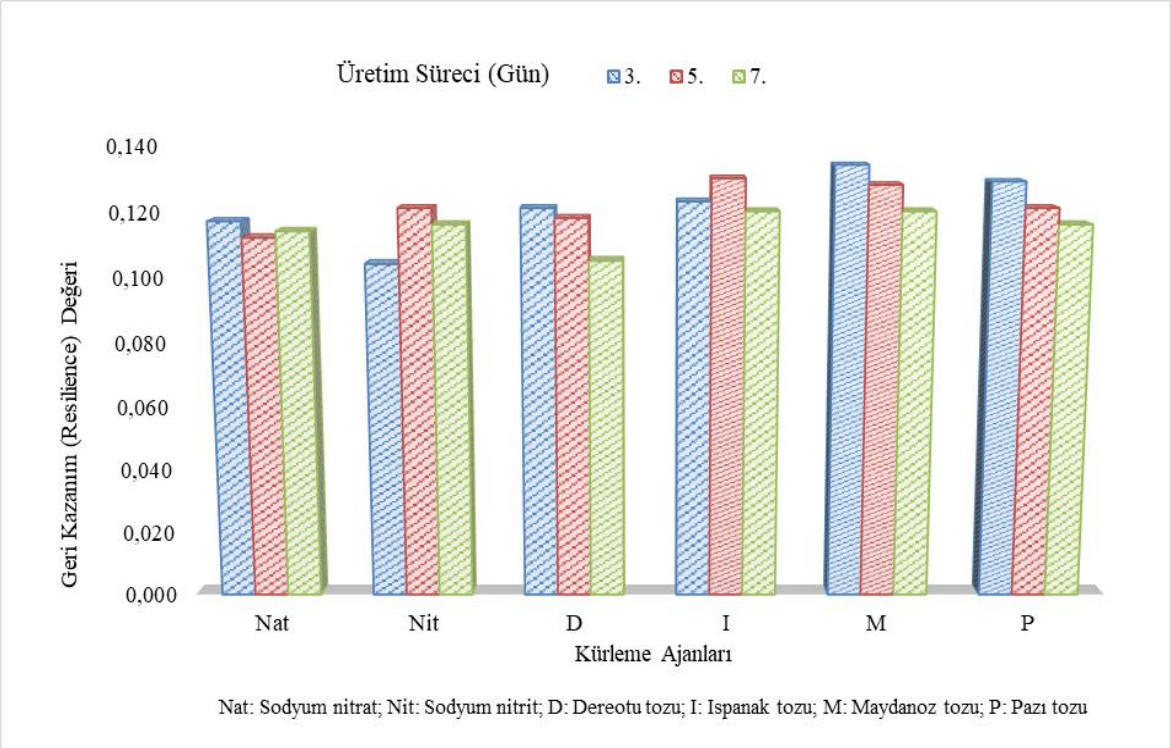
Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecine ait geri kazanım verilerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.41'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.42'de verilmiştir.

Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde, sucuk örneklerinin geri kazanım analiz sonuçları üzerine kürleme ajanının, üretim sürecinin ve kürleme ajanı x üretim süreci interaksiyonunun etkileri istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Üretim sürecinde; ıspanak ve maydanoz tozu ilave edilen sucukların en yüksek geri kazanım değerlerine sahip olduğu tespit edilmiş olup, en düşük geri kazanım değerleri ise kontrol gruplarında (Nat ve Nit) belirlenmiştir. Sebze tozları ilave edilmiş sucukların geri kazanım değerlerinin, kontrol grubu sucuklara göre daha yüksek çıkmasının sebebinin muhtemelen; sebze tozlarında bulunan diyet liften kaynaklanmış olabileceği tahmin edilmektedir.

Üretim sürecinin 3. ve 5. günlerinde belirlenen geri kazanım değerleri arasındaki farklılığın önemsiz olduğu, 7. günde ise geri kazanım değerlerinde istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) bir düşüş meydana geldiği gözlenmiştir.

Üretim sürecinde sucukların geri kazanım değerlerinin 0.104-0.134 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek geri kazanım değeri, maydanoz tozu (M) ilave edilen sucukların üretim sürecinin 3. gününde; en düşük değer ise 3. günde sodyum nitrit içeren sucuklarda belirlenmiştir. Üretim sürecinde sucukların geri kazanım değerlerindeki değişim Şekil 4.13'te gösterilmiştir.



Şekil 4.13. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecinde geri kazanım (resilience) özelliğindeki değişim

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyoduna ait geri kazanım verilerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.43'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.44'de verilmiştir.

Depolama periyoduna ait Varyans Analiz sonuçları incelendiğinde, sucukların geri kazanım değerleri üzerine kürleme ajanının ve depolama periyodunun etkileri istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Kürleme ajanı x depolama periyodu interaksiyonunun sucukların geri kazanım analiz sonuçları üzerine etkileri istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

Depolama periyodunda, en yüksek (0.125) geri kazanım değeri maydanoz tozu ilave edilen sucuk örneklerinde belirlenmiş olup, bunu ıspanak ve pazı tozu ilave edilen sucuklar takip etmiştir. En düşük geri kazanım değerleri ise; kontrol gruplarında (Nat ve Nit) tespit edilmiştir. Depolama periyodu boyunca, sucukların geri kazanım değerlerinde dalgalanmalar görülmüştür. En yüksek geri kazanım değerleri ise; 30., 75. ve 90. günlerde belirlenmiştir.

Dilber (2012); mekanik ayrılmış tavuk ve hindi etleri ile koyun eti ilavesinin; sucuğun kalite karakteristikleri üzerine etkilerini incelemiş ve sucuk örneklerinin geri kazanım değerlerinin 0.200-0.247 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Atik (2013); keçi etlerinin sucuğun kalitesi üzerine etkilerini belirlediği çalışmada, 90 günlük depolama periyodunda sucukların geri kazanım değerlerinin 0.13 ile 0.17 arasında değiştiğini rapor etmiştir.

Ekici ve ark. (2015); fermente sucukların geri kazanım değerlerinin 0.13 ile 0.20 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Siyah havuç konsantresi ilavesinin sucukların geri kazanım değerlerini düşürdüğünü ve en yüksek geri kazanım değerinin kontrol grubu sucuklarda ölçüldüğünü bildirmişlerdir.

Palamutoğlu ve Sarıçoban (2012); enkapsülasyonla üretilen hidrolizatları içeren sucukların geri kazanım değerlerinin 0.78 ile 0.96 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Sucu ve Turp (2018) kırmızı pancar tozu ilaveli fermente sucukların geri kazanım değerlerinin 0.17 ile 0.21 arasında değiştiğini ve uygulanan işlemin sucukların geri kazanım değerlerini etkilemediğini rapor etmişlerdir.

Sucuk örneklerimizde belirlediğimiz geri kazanım değerlerinin; daha önceki bazı literatür bulgularından yüksek, bazılarından düşük olduğu görülmüştür. Muhtemelen bu durum, üretilen sucukların formülasyonlarının, muamelelerin ve tekstür profil analizinde uygulanan parametrelerin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

4.3. Mikrobiyolojik Analizlere Ait Sonuçlar

4.3.1. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecine ait TMAB sayılarının Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.45’te, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.46’da verilmiştir.

Çizelge 4.45. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki TMAB sayılarına ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	**SD**	**KO**	**F**
Kürleme ajanı (A)	5	0.51524	33.65**
Üretim süreci (B)	3	3.84484	251.07**
AxB	15	0.30003	19.59**
Hata	24	0.01531	
Toplam	47		

**p<0.01

Çizelge 4.46. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki ortalama TMAB sayılarına ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

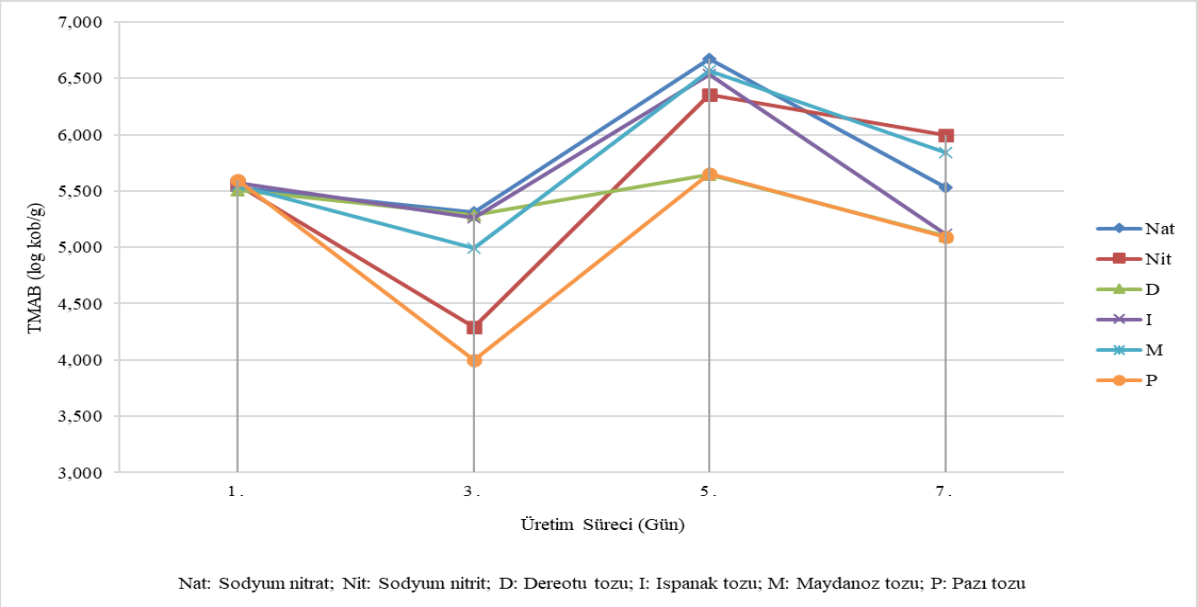
Kürleme ajanı (A)	**n**	**TMAB (log kob/g)**
Nitrat (Nat)	8	5.762±0.203^{a}
Nitrit (Nit)	8	5.546±0.297^{bc}
Dereotu tozu (D)	8	5.387±0.088^{c}
Ispanak tozu (I)	8	5.622±0.212^{ab}
Maydanoz tozu (M)	8	5.736±0.219^{ab}
Pazı tozu (P)	8	5.087±0.255^{d}
Üretim süreci (B)		
1. Gün	12	5.552±0.047^{b}
3. Gün	12	4.858±0.158^{c}
5. Gün	12	6.238±0.130^{a}
7. Gün	12	5.446±0.112^{b}
AxB		
Nat x 1. Gün	2	5.534±0.101^{cde}
Nat x 3. Gün	2	5.309±0.054^{def}
Nat x 5. Gün	2	6.672±0.019^{a}
Nat x 7. Gün	2	5.535±0.009^{cde}
Nit x 1. Gün	2	5.552±0.144^{cde}
Nit x 3. Gün	2	4.290±0.011^{g}
Nit x 5. Gün	2	6.351±0.029^{ab}
Nit x 7. Gün	2	5.993±0.007^{bc}
D x 1. Gün	2	5.510±0.193^{cde}
D x 3. Gün	2	5.290±0.011^{def}
D x 5. Gün	2	5.648±0.025^{cd}
D x 7. Gün	2	5.099±0.047^{ef}
I x 1. Gün	2	5.572±0.150^{cde}
I x 3. Gün	2	5.266±0.036^{def}
I x 5. Gün	2	6.535±0.044^{a}
I x 7. Gün	2	5.116±0.023^{ef}
M x 1. Gün	2	5.544±0.165^{cde}
M x 3. Gün	2	4.991±0.009^{f}
M x 5. Gün	2	6.569±0.064^{a}
M x 7. Gün	2	5.840±0.041^{c}
P x 1. Gün	2	5.598±0.163^{cde}
P x 3. Gün	2	4.000±0.000^{g}
P x 5. Gün	2	5.656±0.151^{cd}
P x 7. Gün	2	5.094±0.030^{ef}

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

Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde, sucukların toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları üzerine kürleme ajanının, üretim sürecinin ve kürleme ajanı x üretim süreci interaksiyonunun etkileri, istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Üretim sürecinde, sodyum nitrat ile kürlenen sucukların TMAB sayılarının diğer gruplardaki sucuklara göre daha yüksek olduğu belirlenmiş olup, en düşük TMAB sayısı pazı tozu (P) ilave edilen sucuklarda tespit edilmiştir.

Üretim sürecinin 1. ve 7. günlerinde belirlenen TMAB sayıları arasındaki farklılık önemsiz ($p>0.05$) olup, en düşük TMAB sayısı 3. günde belirlenmiştir. Sucukların fermantasyon sürecinde (1-3 gün); pH değerlerindeki düşüşün, 3. günde belirlenen TMAB sayısındaki azalışa neden olabileceği düşünülmektedir. Ercoşkun (2006), ısıl işlem uygulaması ve geleneksel yöntemle ürettiği sucukların üretim (olgunlaştırma) sürecinde fermantasyonda meydana gelen pH düşüşü ve ısıl işlem uygulamasının TMAB sayılarını azalttığını ifade etmiştir. Üretim sürecinde sucukların TMAB sayılarında meydana gelen değişim Şekil 4.14'te verilmiştir.



Şekil 4.14. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecinde TMAB sayılarındaki değişim

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyoduna ait TMAB sayılarının Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.47'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.48'de verilmiştir.

Çizelge 4.47. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyodundaki TMAB sayılarına ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	**SD**	**KO**	**F**
Kürleme ajanu (A)	5	0.008	0.75
Depolama periyodu (B)	2	26.416	2453.63**
AxB	10	0.012	1.15
Hata	18	0.011	
Toplam	35		

**p<0.01

Depolama periyoduna ait Varyans Analiz sonuçlarına göre; sucukların TMAB sayıları üzerine depolama periyodunun etkisi istatistiki açıdan önemli (p<0.01) düzeyde bulunmuştur. Sucukların TMAB sayıları üzerine kürleme ajanı ve kürleme ajanı x depolama periyodu interaksiyonunun etkileri önemsizdir (p>0.05).

Çizelge 4.48. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyodundaki ortalama TMAB sayılarına ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme ajanı (A)	**n**	**TMAB (log kob/g)**
Nitrat (Nat)	6	6.36±0.54
Nitrit (Nit)	6	6.33±0.54
Dereotu tozu (D)	6	6.31±0.56
Ispanak tozu (I)	6	6.30±0.53
Maydanoz tozu (M)	6	6.28±0.53
Pazı tozu (P)	6	6.26±0.56
Depolama periyodu (B)		
1. Gün	12	5.44±0.05^{b}
45. Gün	12	5.46±0.01^{b}
90. Gün	12	8.02±0.02^{a}
AxB		
Nat x 1. Gün	2	5.52±0.04
Nat x 45. Gün	2	5.50±0.01
Nat x 90. Gün	2	8.07±0.09
Nit x 1. Gün	2	5.57±0.04
Nit x 45. Gün	2	5.41±0.01
Nit x 90. Gün	2	8.03±0.01
D x 1. Gün	2	5.38±0.05
D x 45. Gün	2	5.44±0.04
D x 90. Gün	2	8.07±0.02
I x 1. Gün	2	5.51±0.11
I x 45. Gün	2	5.44±0.03
I x 90. Gün	2	7.99±0.01
M x 1. Gün	2	5.42±0.12
M x 45. Gün	2	5.47±0.02
M x 90. Gün	2	7.95±0.04
P x 1. Gün	2	5.26±0.05
P x 45. Gün	2	5.50±0.01
P x 90. Gün	2	8.03±0.03

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

Depolama periyodunun 1. ve 45. günlerinde sucukların TMAB sayıları arasındaki farklılığın önemsiz olduğu, 90. günde ise yaklaşık 2.5 log'luk bir artış meydana geldiği gözlenmiştir. Depolama periyodunun sonuna yaklaşılması ve modifiye atmosfer ambalaj içerisindeki gaz konsantrasyonlarının zamanla değişmesinin, sucukların TMAB sayılarındaki artışın muhtemelen nedenleri olabileceği düşünülmektedir.

Soyer ve ark. (2005) fermente sucuk üretiminde, üretim (olgunlaştırma) sürecinin başında TMAB sayısının 5.0-6.2 log kob/g arasında değiştiğini, sürecin ilerlemesiyle TMAB sayısının 8.0 log kob/g'ın üzerine çıktığını bildirmişlerdir.

Gök (2006); doğal antioksidanlı fermente sucukların fermantasyon öncesi; TMAB sayılarının 5.44-5.50 log kob/g arasında değiştiğini, 2. günde 7.22-7.39 log kob/g'a, 7. günde ise artarak 7.26-7.79 log kob/g'a ulaştığını tespit etmiştir. Üretim sürecinin sonunda (12. günde) sayının 6.68-7.28 log kob/g'a gerilediğini bildirmiştir. Tüketime hazır hale gelen sucukların, 0., 30., 60. ve 90. günlerde TMAB sayıları belirlenmiş olup, depolama periyodunda TMAB sayılarının azaldığı, depolamanın 60. gününde örneklerin TMAB sayılarının 5.14 ile 5.71 log kob/g arasında değiştiğini rapor etmiştir. Biberiye ekstraktı içeren sucuklarda TMAB sayısını en düşük seviyede bulmuştur.

Dalmış (2007); fermente sucuk üretiminde ve depolanmasında, sucuk örneklerinin TMAB sayısının 4. güne kadar arttığını, 4. günden sonra kuruma ve pH düşüşüne bağlı olarak azalma gözlendiğini rapor etmiştir. Üretim sürecinde sucukların TMAB sayılarının 5.20-7.91 log kob/g arasında değiştiğini ifade etmiştir. 90 günlük depolama periyodunda tüm örneklerde TMAB yükünün azaldığını ve sucukların 6.09 ile 7.50 log kob/g arasında TMAB yüküne sahip olduğunu tespit etmiştir.

Şahin (2013); kekik yağı içeren kitozanla kaplanmış dilimli sucukların bazı kalite karakteristiklerini incelemiştir. Depolama periyodunun başında; kontrol grubunda (kaplanmamış) 8.62 log kob/g, kitozan kaplanmış grupta 4.97 log kob/g ve kekik yağı içeren kitozanla kaplanmış sucuklarda ise 5.13 log kob/g TMAB varlığını belirlemiştir. 106 günlük depolama periyodunda sucukların TMAB sayılarının 4.97 ile 8.62 log kob/g arasında değiştiğini rapor etmiştir.

Farklı kürleme ajanları ilave ederek ürettiğimiz sucuklarda tespit ettiğimiz TMAB sayıları, literatür bulgularıyla benzerlik göstermiştir.

4.3.2. Toplam laktik asit bakteri (LAB) sayımı

Laktik asit bakterilerinin, fermente et ürünlerinin lezzetinin gelişimine katkıda bulunduğu ve istenmeyen mikroorganizmaların gelişimini önlediği bu nedenle fermente ürünlerde çok önemli oldukları bildirilmiştir (Leroy ve De Vuyst, 2004).

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecine ait toplam toplam laktik asit bakteri (LAB) sayılarının Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.49'da, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.50'de verilmiştir.

Çizelge 4.49. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki LAB sayılarına ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Kürleme ajanı (A)	5	0.18458	10.51**
Üretim süreci (B)	3	1.43538	81.73**
AxB	15	0.26065	14.84**
Hata	24	0.01756	
Toplam	47		

**p<0.01

Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde, sucuk örneklerinin toplam laktik asit bakteri sayıları üzerine kürleme ajanının, üretim sürecinin ve kürleme ajanı x üretim süreci interaksiyonunun etkileri istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Üretim sürecinde, dereotu ve maydanoz tozu ilave edilen sucukların en yüksek LAB sayılarına sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca ıspanak ve pazı tozu ilaveli sucukların da kontrol gruplarına (Nat ve Nit) kıyasla daha yüksek LAB sayısına sahip oldukları tespit edilmiştir. Diyet liflerinin prebiyotik etkilerinin olduğu, dolayısıyla laktik asit bakterilerinin gelişimini teşvik ettiği rapor edilmiştir (Petrova ve Petrov, 2017). Çalışmamızda sebze tozları ilave edilen sucukların, kontrol grubu sucuklara göre daha yüksek LAB sayılarına sahip olmalarının; muhtemelen sebze tozlarının diyet lif içeriklerinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Nitekim, Jung ve ark. (2018), fermente sosis üretiminde pirinç kepeği lifi ve buğday lifi ilavesinin, örneklerin LAB sayılarını arttırdığını ($p<0.05$) belirlemişlerdir.

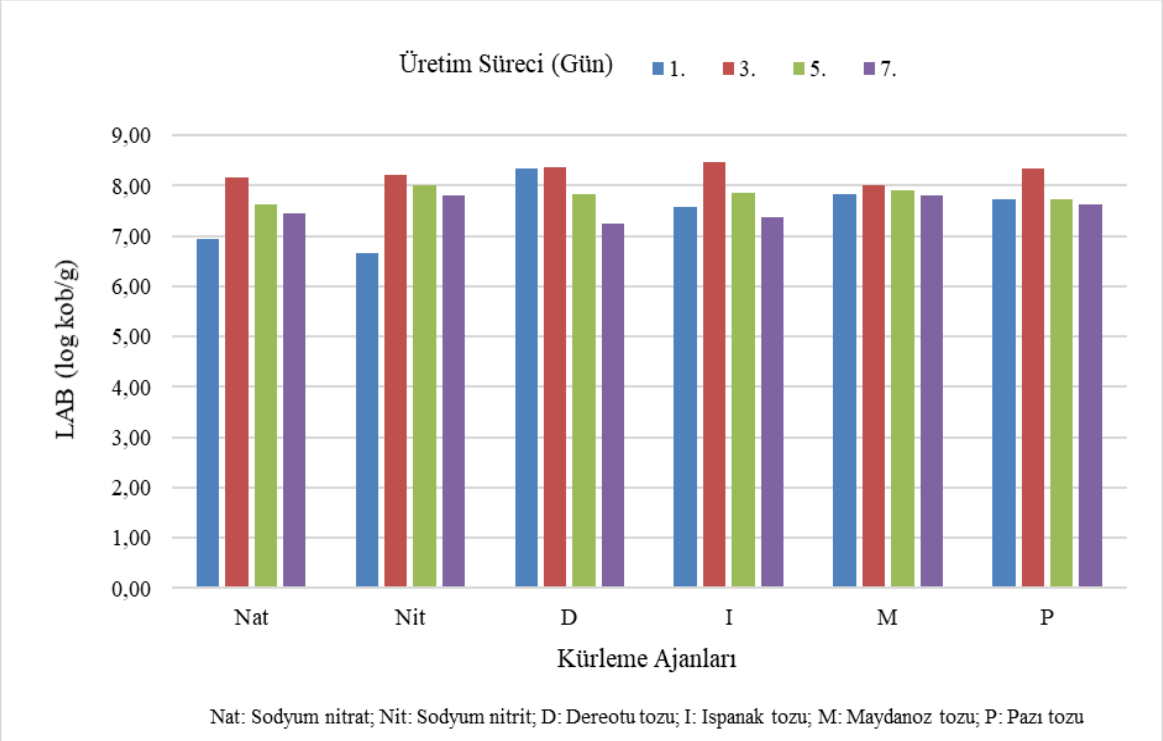
Çizelge 4.50. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki ortalama LAB sayılarına ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme ajanı (A)	**n**	**LAB (log kob/g)**
Nitrat (Nat)	8	7.544 ± 0.171^{c}
Nitrit (Nit)	8	7.673 ± 0.232^{bc}
Dereotu tozu (D)	8	7.950 ± 0.176^{a}
Ispanak tozu (I)	8	7.824 ± 0.163^{ab}
Maydanoz tozu (M)	8	7.892 ± 0.052^{a}
Pazı tozu (P)	8	7.854 ± 0.109^{ab}
Üretim süreci (B)		
1. Gün	12	7.514 ± 0.175^{c}
3. Gün	12	8.265 ± 0.049^{a}
5. Gün	12	7.825 ± 0.042^{b}
7. Gün	12	7.554 ± 0.070^{c}
AxB		
Nat x 1. Gün	2	6.938 ± 0.083^{jk}
Nat x 3. Gün	2	8.164 ± 0.074^{abcdef}
Nat x 5. Gün	2	7.625 ± 0.141^{fghı}
Nat x 7. Gün	2	7.447 ± 0.134^{hıj}
Nit x 1. Gün	2	6.656 ± 0.167^{k}
Nit x 3. Gün	2	8.213 ± 0.001^{abcde}
Nit x 5. Gün	2	$8.007 \pm 0.035^{abcdefg}$
Nit x 7. Gün	2	7.816 ± 0.085^{cdefgh}
D x 1. Gün	2	8.348 ± 0.020^{abc}
D x 3. Gün	2	8.377 ± 0.028^{ab}
D x 5. Gün	2	7.825 ± 0.013^{cdefgh}
D x 7. Gün	2	7.248 ± 0.119^{ıj}
I x 1. Gün	2	7.579 ± 0.207^{ghı}
I x 3. Gün	2	8.477 ± 0.085^{a}
I x 5. Gün	2	$7.865 \pm 0.009^{bcdefgh}$
I x 7. Gün	2	7.374 ± 0.022^{hıj}
M x 1. Gün	2	7.835 ± 0.178^{cdefgh}
M x 3. Gün	2	$8.021 \pm 0.110^{abcdefg}$
M x 5. Gün	2	$7.908 \pm 0.002^{bcdefgh}$
M x 7. Gün	2	7.803 ± 0.058^{defgh}
P x 1. Gün	2	7.725 ± 0.067^{efghı}
P x 3. Gün	2	8.336 ± 0.006^{abcd}
P x 5. Gün	2	7.720 ± 0.061^{efghı}
P x 7. Gün	2	7.634 ± 0.067^{fghı}

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

Üretim sürecinin başlangıcına göre 3. günde LAB sayısında önemli düzeyde artış gözlenmiştir. 5. günde, 3. güne göre düşüş gözlenmiş olmasına karşın, üretim sürecinin başındaki (1. gün) LAB sayısına göre; mevcut sayının yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). 7. günde belirlenen LAB sayısı ile 1. gün değerleri arasındaki farklılığın önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Üretim sürecinin özellikle ilk iki gününde fermantasyon koşullarının uygulanması, 3. gün ve sonrasında ise kurutma koşullarına

geçilmesi; üretim sürecindeki LAB sayılarındaki değişimin açıklanmasına yardımcı olmaktadır.



Şekil 4.15. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecinde LAB sayılarındaki değişim

Üretim sürecinde sucukların LAB sayılarının; 6.65-8.47 log kob/g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu süreçte örneklerin LAB sayılarındaki değişim Şekil 4.15'te gösterilmiştir. Üretim sürecinin 1. gününde sodyum nitrit ile kürlenen sucukların en düşük (6.65 log kob/g) LAB sayısına sahip olduğu belirlenmiştir. En yüksek (8.47 log kob/g) LAB sayısı ise; ıspanak tozu ile kürlenen sucuk örneklerinin 3. gününde tespit edilmiştir.

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyoduna ait LAB sayılarının Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.51'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.52'de verilmiştir.

Çizelge 4.51. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyodundaki LAB sayılarına ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	**SD**	**KO**	**F**
Kürleme ajanı (A)	5	0.04079	9.15**
Depolama periyodu (B)	2	0.14877	33.38**
AxB	10	0.01474	3.31**
Hata	18	0.00446	
Toplam	35		

**p<0.01

Depolama periyoduna ait Varyans Analiz sonuçlarına göre; sucukların LAB sayıları üzerine kürleme ajanının, depolama periyodunun ve kürleme ajanı x depolama periyodu interaksiyonunun etkileri istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Depolama periyodunda, en yüksek LAB sayıları sodyum nitrit ve pazı tozu ilaveli sucuklarda belirlenmiş olup, bunu ıspanak tozu ilaveli sucuklar takip etmiştir. Depolama periyodunun ilerlemesiyle (1. güne göre) sucukların LAB sayılarının artış gösterdiği tespit edilmiş ve en yüksek sonuçlar 90. günde belirlenmiştir.

Depolama periyodunda, sucuklardaki LAB sayılarının, 7.69-8.17 log kob/g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Sodyum nitrit ilaveli sucukların 90. günde en yüksek (8.17 log kob/g) LAB sayısına; maydanoz tozu ilaveli sucukların ise 1. günde en düşük (7.69 log kob/g) LAB sayısına sahip olduğu belirlenmiştir.

Ercoşkun (2006); fermente sucuğun üretim sürecinin; 0. gününde LAB sayısını 6.89 log kob/g, 1. gününde 7.38 log kob/g, 3. gününde 9.18 log kob/g, 6. gününde 8.61 log kob/g ve 9. gününde ise 8.63 log kob/g olarak belirlemiştir.

Gök (2006); fermente sucukların üretim sürecine ait LAB sayılarının; 0. günde 3.90-4.19, 2. günde 6.81-7.13, 7. günde 6.95-7.38 ve 12. günde 6.44-6.85 log kob/g arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Sucukların 90 günlük muhafazası sonucunda LAB sayılarının kademeli olarak azaldığını rapor etmiştir. Fermente sucuk örneklerinin LAB sayılarının depolamanın 30. gününde 5.17-5.19 log kob/g aralığından, 90. günde 3.17-3.62 log kob/g'a azaldığını bildirmiştir.

Dalmış (2007); geleneksel fermente ve ısıl işlem uyguladığı sucukların üretim (olgunlaştırma) sürecinin 4. gününe kadar LAB sayılarının arttığını; 7. ve 9. günlerde ise düşüş meydana geldiğini bildirmiştir. Depolama periyodunda ise sucukların LAB sayılarında 30. güne kadar artış, 60. ve 90. günlerde düşüş meydana geldiğini bildirmiştir.

Çizelge 4.52. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyodundaki ortalama LAB sayılarına ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme ajanı (A)	**n**	**LAB (log kob/g)**
Nitrat (Nat)	6	7.89 ± 0.06^{b}
Nitrit (Nit)	6	8.10 ± 0.04^{a}
Dereotu tozu (D)	6	7.92 ± 0.04^{b}
Ispanak tozu (I)	6	7.97 ± 0.05^{ab}
Maydanoz tozu (M)	6	7.93 ± 0.09^{b}
Pazı tozu (P)	6	8.06 ± 0.02^{a}
Depolama periyodu (B)		
1. Gün	12	7.86 ± 0.04^{c}
45. Gün	12	7.99 ± 0.04^{b}
90. Gün	12	8.08 ± 0.02^{a}
AxB		
Nat x 1. Gün	2	7.73 ± 0.09^{de}
Nat x 45. Gün	2	7.97 ± 0.03^{abcd}
Nat x 90. Gün	2	7.97 ± 0.02^{abcd}
Nit x 1. Gün	2	7.97 ± 0.02^{abcd}
Nit x 45. Gün	2	8.15 ± 0.03^{ab}
Nit x 90. Gün	2	8.17 ± 0.00^{a}
D x 1. Gün	2	7.84 ± 0.02^{cde}
D x 45. Gün	2	7.87 ± 0.03^{cde}
D x 90. Gün	2	8.05 ± 0.00^{abc}
I x 1. Gün	2	7.96 ± 0.05^{abcd}
I x 45. Gün	2	7.90 ± 0.15^{bcde}
I x 90. Gün	2	8.06 ± 0.02^{abc}
M x 1. Gün	2	7.69 ± 0.04^{e}
M x 45. Gün	2	7.94 ± 0.04^{abcde}
M x 90. Gün	2	8.16 ± 0.01^{ab}
P x 1. Gün	2	7.99 ± 0.04^{abc}
P x 45. Gün	2	8.09 ± 0.02^{abc}
P x 90. Gün	2	8.09 ± 0.01^{abc}

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

Bilge (2010); 20-22 ºC'de olgunlaştırılan fermente sucuklarda LAB sayılarının 9. günde 8.16-8.40 log kob/g arasında değiştiğini belirlemiştir.

Şimşek (2016); fermente sucukların üretim (olgunlaştırma) sürecinde LAB sayılarının; 3. günde 8.71 log kob/g seviyesine çıktığını; 3. günden sonra gerileyerek 12. günde 8.40 log kob/g seviyesine indiğini ifade etmiştir.

Çalışmamızda, LAB sayılarına ilişkin elde ettiğimiz sonuçlar, literatür verileri ile örtüşmektedir. Ancak depolama periyodunda LAB sayılarının zamanla değişimi üzerine, literatürdeki bazı çalışmalarla farklılık göstermektedir. Bu farklılığın depolama şartlarından (sıcaklık, ambalaj gereci, ambalajlama yöntemi vb.) ve uygulanan muamelelerin farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.3.3. Toplam maya-küf sayımı

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecine ait toplam toplam maya-küf sayılarının Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.53'te, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.54'de verilmiştir.

Çizelge 4.53. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki toplam maya-küf sayılarına ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	**SD**	**KO**	**F**
Kürleme ajanı (A)	5	0.557	5.10**
Üretim süreci (B)	3	15.047	137.77**
AxB	15	0.676	6.19**
Hata	24	0.109	
Toplam	47		

**p<0.01

Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde, sucuk örneklerinin toplam maya-küf sayıları üzerine; kürleme ajanının, üretim sürecinin ve kürleme ajanı x üretim süreci interaksiyonunun etkileri istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Üretim sürecinde, sodyum nitrit ve pazı tozu ilaveli sucukların toplam maya-küf sayılarının diğer gruplardaki sucuklara göre daha yüksek olduğu belirlenmiş olup, en düşük (1.030 log kob/g) toplam maya-küf sayısı dereotu tozu ilave edilen sucuklarda tespit edilmiştir. Dereotunun antibakteriyel etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir (Rafii ve Shahverdi, 2007; Eleiwa ve El-Diasty, 2014). Eleiwa ve El-Diasty (2014); dereotu esansiyel yağının, sığır eti kıymasında maya-küf gelişimi engelleyerek, ürünün raf ömrünü uzattığını ifade etmişlerdir.

Üretim sürecinin ilk gününde sucukların en yüksek (2.795 log kob/g) toplam maya-küf sayısına sahip olduğu belirlenmiştir. Üretim sürecinin 3. ve 5. günlerinde belirlenen toplam maya-küf sayıları arasındaki farklılık önemsiz ($p>0.05$) olup, en düşük sayılar bu günlerde tespit edilmiştir. Üretim sürecinin 7. gününde belirlenen toplam maya-küf sayısının ise; başlangıca (1. gün) göre düşük olmasına karşın, 3. ve 5. günlere göre daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.54. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki ortalama toplam maya-küf sayılarına ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme ajanı (A)	**n**	**Toplam maya-küf sayısı (log kob/g)**
Nitrat (Nat)	8	1.386 ± 0.639^{ab}
Nitrit (Nit)	8	1.649 ± 0.407^{a}
Dereotu tozu (D)	8	1.030 ± 0.398^{b}
Ispanak tozu (I)	8	1.398 ± 0.353^{ab}
Maydanoz tozu (M)	8	1.482 ± 0.384^{ab}
Pazı tozu (P)	8	1.803 ± 0.377^{a}
Üretim süreci (B)		
1. Gün	12	2.795 ± 0.123^{a}
3. Gün	12	0.368 ± 0.200^{c}
5. Gün	12	0.719 ± 0.229^{c}
7. Gün	12	1.950 ± 0.193^{b}
AxB		
Nat x 1. Gün	2	3.341 ± 0.040^{a}
Nat x 3. Gün	2	Te
Nat x 5. Gün	2	Te
Nat x 7. Gün	2	2.202 ± 0.060^{abc}
Nit x 1. Gün	2	2.579 ± 0.023^{abc}
Nit x 3. Gün	2	1.472 ± 0.432^{bcd}
Nit x 5. Gün	2	Te
Nit x 7. Gün	2	2.547 ± 0.056^{abc}
D x 1. Gün	2	2.309 ± 0.196^{abc}
D x 3. Gün	2	Te
D x 5. Gün	2	Te
D x 7. Gün	2	1.812 ± 0.034^{bcd}
I x 1. Gün	2	2.520 ± 0.266^{abc}
I x 3. Gün	2	Te
I x 5. Gün	2	1.341 ± 0.262^{cde}
I x 7. Gün	2	1.732 ± 0.080^{bcd}
M x 1. Gün	2	2.805 ± 0.081^{ab}
M x 3. Gün	2	Te
M x 5. Gün	2	1.480 ± 0.367^{cd}
M x 7. Gün	2	1.642 ± 0.040^{bcd}
P x 1. Gün	2	3.215 ± 0.233^{a}
P x 3. Gün	2	0.739 ± 0.741^{de}
P x 5. Gün	2	1.495 ± 0.351^{bcd}
P x 7. Gün	2	1.765 ± 0.067^{bcd}

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

Kürleme ajanı x üretim süreci interaksiyonunun başında sucukların maya-küf sayılarının 2.309 ile 3.341 log kob/g arasında değiştiği belirlenmiştir. Fermantasyonun tamamlanmasıyla birlikte sucuk örneklerinin çoğunda (P ve Nit'li örnekler hariç) maya-küf gelişimi tespit edilememiştir. Nit grubunda ise 5. günde maya-küf gelişimi gözlenmemiştir. Üretim sürecinin 7. gününde ise tüm sucuk gruplarında tekrar maya-küf gelişimi gözlenmiş olup, maya-küf sayılarının 1.642-2.547 log kob/g aralığında değiştiği belirlenmiştir. Fermente sucuğun üretiminde baskın florayı oluşturan laktik

asit bakterilerinin, patojen ve bozucu mikroorganizmaları inhibe ettiği rapor edilmiştir (Ahmad ve Srivastava, 2007). Bu nedenle çalışmamızın 3. ve 5. günlerinde maya-küf tespit edilememesinin sebebi olarak; bu süreçte laktik asit bakterilerinin faaliyetlerinin yoğunluğu gösterilebilir. 7. günde tekrar maya-küf varlığının gözlenmesi; kurutma koşullarında örneklerin rekontaminasyonundan/laktik asit bakterilerinin faaliyetlerinin yavaşlamasından kaynaklanmış olabilir.

Üretim sürecinin sonunda (7. gün) az da olsa maya-küf gelişimi gözlenmesine karşın, depolama periyodunun (1., 45. ve 90.) hiçbir evresinde maya-küf gelişimi tespit edilmemiştir. Modifiye atmosferde paketleme uygulamasının; karbondioksit ve azot gazlarını içermesi nedeniyle mayaların ve küflerin gelişimini önemli ölçüde etkilediği bildirilmiştir (Borch ve ark., 1996). Üretim sürecinin tamamlanmasının ardından sucuk örneklerimiz MAP tekniği ile ambalajlandığı için; depolama periyodunda maya-küf gelişiminin engellenmiş olabileceği düşünülmektedir. Gök ve ark. (2008); pastırmanın kalite karakteristiklerini incelemişler ve MAP tekniği ile paketlenen pastırmaların maya küf sayılarında en düşük sonuçları verdiğini bildirmişlerdir. Karabagias (2018); kuzu etinin buzdolabı sıcaklığında muhafazasında farklı ambalajlama uygulamalarının maya-küf gelişimi üzerine etkilerini incelemiş ve MAP tekniği ile paketlemenin maya-küf gelişimini engellediğini rapor etmiştir.

Ahmad ve Srivastava (2007); farklı seviyelerde yağ ve kalp eti içeren fermente sosislerde 7 günlük üretim (olgunlaştırma) süresince ve 15 günlük depolama periyodunda maya-küf gelişimi gözlenmediğini bildirmişlerdir.

Ergönül (2009), *Lactobacillus casei* CRL 431 ilave ederek ürettiği sucuklarda, 8 aylık depolama süresi boyunca maya-küf gelişiminin olmadığını rapor etmiştir.

Bağdatlı (2013); probiyotik fermente sucukların olgunlaşma sürecinde (1., 5. ve 9. gün) maya-küf gelişimine rastlamadığını ifade etmiştir.

Yukarıdaki bilgilerin aksine, bazı çalışmalarda ise maya-küf gelişimi gözlenmiştir. Gök (2006); üretim sürecinin sonunda sucuklarda maya-küf sayılarının 3.69 ile 4.10 log kob/g arasında değiştiğini bildirmiştir. Kurt (2012); fermente sucuk üretim sürecinin başından itibaren 0., 7., 14. ve 30. günlerde herbir periyotta maya küf gelişimi (3.00-8.10 log kob/g) tespit etmiştir. Atik (2013); fermente sucuk üretiminin hem üretim (olgunlaştırma) sürecinin (0., 2., 4. ve 6. gün), hem de depolama periyodunun (30., 60. ve 90. gün) herbir evresinde maya-küf gelişimi gözlemiştir. Öziş (2014); ürettiği fermente sucukların maya-küf sayılarını 4.60-4.74 log kob/g olarak saptamıştır.

Yapılan çalışmalarda maya-küf sayımları arasındaki farklılığın; üretimde kullanılan baharat ve katkı maddelerinin mikrobiyal yükünden ve sucukların üretildiği ortamın hijyen-sanitasyon koşullarından kaynaklandığı bildirilmiştir (Bağdatlı, 2013)

4.3.4. Toplam Koliform grubu bakteri sayımı

Koliform grubu bakterilerin; bitki/toprak ve bağırsak kökenli olduğu, dolayısıyla gıda güvenliği açısından risk oluşturabileceği ve özellikle ısıl işlem uygulanmaksızın tüketilen gıdalarda bulunması istenmeyen bakteriler olduğu bildirilmiştir. Özellikle et endüstrisinde kesim, parçalama vb. işlemler sonucunda et ve et ürünlerine Koliform grubu bakterilerin bulaşabileceği rapor edilmiştir (Ergönül, 2009).

Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecine ait toplam Koliform grubu bakteri sayılarının Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.55'te, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.56'da verilmiştir.

Çizelge 4.55. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki toplam Koliform grubu bakteri sayılarına ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Kürleme ajanı (A)	5	0.0755	1.42
Üretim süreci (B)	3	10.5029	197.82**
AxB	15	0.0755	1.42
Hata	24	0.0531	
Toplam	47		

**p<0.01

Üretim sürecine ait Varyans Analiz sonuçları incelendiğinde sucukların Koliform grubu bakteri sayıları üzerine sadece üretim sürecinin etkisi, istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Kürleme ajanı ve kürleme ajanı x üretim süreci interaksiyonunun etkileri ise, sucukların Koliform grubu bakteri sayılarını etkilememiştir ($p>0.05$).

Üretim sürecinin ilk gününde sucukların 1.87 log kob/g Koliform grubu bakteri yüküne sahip olduğu belirlenmiştir. Üretim sürecinin daha sonraki periyotlarında (3., 5. ve 7. günler) Koliform grubu bakteri tespit edilememiştir. Ayrıca depolama periyodu boyunca (1., 45. ve 90. gün) Koliform grubu bakterilerin varlığı gözlenmemiştir.

Çizelge 4.56. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki ortalama toplam Koliform grubu bakteri sayılarına ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Kürleme ajanı (A)	**N**	**Toplam Koliform grubu bakteri sayısı (log kob/g)**
Nitrat (Nat)	8	0.402±0.276
Nitrit (Nit)	8	0.587±0.388
Dereotu tozu (D)	8	0.419±0.293
Ispanak tozu (I)	8	0.375±0.249
Maydanoz tozu (M)	8	0.595±0.391
Pazı tozu (P)	8	0.429±0.285
Üretim süreci (B)		
1. Gün	12	1.871±0.145[a]
3. Gün	12	Te
5. Gün	12	Te
7. Gün	12	Te
AxB		
Nat x 1. Gün	2	1.609±0.434
Nat x 3. Gün	2	Te
Nat x 5. Gün	2	Te
Nat x 7. Gün	2	Te
Nit x 1. Gün	2	2.346±0.268
Nit x 3. Gün	2	Te
Nit x 5. Gün	2	Te
Nit x 7. Gün	2	Te
D x 1. Gün	2	1.675±0.531
D x 3. Gün	2	Te
D x 5. Gün	2	Te
D x 7. Gün	2	Te
I x 1. Gün	2	1.500±0.200
I x 3. Gün	2	Te
I x 5. Gün	2	Te
I x 7. Gün	2	Te
M x 1. Gün	2	2.382±0.050
M x 3. Gün	2	Te
M x 5. Gün	2	Te
M x 7. Gün	2	Te
P x 1. Gün	2	1.716±0.239
P x 3. Gün	2	Te
P x 5. Gün	2	Te
P x 7. Gün	2	Te

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

Fermantasyon sürecinde ortamda baskın hale gelen laktik asit bakterilerinin faaliyetleri sonucu oluşan metabolitlerin ve pH düşüşünün, Koliform grubu bakterilerin inhibisyonunda önemli rol oynadığı ifade edilmiştir (Samelis ve ark., 1994; Hugas ve Monfort, 1997; de Oliveira Mendonca ve ark., 2004). Ayrıca nitritin; et ve et ürünlerinde bozulmaya neden olan bazı mikroorganizmaları ve patojenleri inhibe ettiği belirlenmiştir (Weiss ve ark., 2010).

Ergönül (2009), farklı probiyotik kültürleri ilavesiyle ürettiği fermente hindi sucuklarının üretim (olgunlaştırma) ve 8 aylık depolama periyodunda Koliform grubu

bakterlerin gelişimine rastlamamıştır. Bağdatlı (2013); fermente sucukların üretim süreci boyunca Koliform grubu bakteri gelişimi olmadığını bildirmiştir.

Ergönül (2009), fermente sucukların başlangıç Koliform bakteri sayısının 3.36 log kob/g'dan, 6 günlük üretim (olgunlaştırma) süreci sonunda 2.21 log kob/g'a düştüğünü bildirmiştir. Kurt (2012) fermente sucuklarda Koliform grubu bakteri sayılarının 0. günde 2.50-5.00 log kob/g, 7. günde 2.66-4.60 log kob/g ve 14. günde ise 1.90-3.30 log kob/g arasında değiştiğini belirlemiştir. Atik (2013); fermente sucukların üretim (olgunlaştırma) sürecinde Koliform grubu bakteri sayılarının 2.83-4.02 log kob/g arasında değiştiğini ve 90 günlük depolama periyodunda ise tüm örneklerin 1 log kob/g'dan az Koliform grubu bakteri içerdiğini bildirmiştir.

Sucuk örneklerimizde Koliform grubu bakteri sayım sonuçları, literatür bulgularıyla benzerlik göstermiştir.

4.4. Duyusal Analiz Sonuçları

Depolamanın 15. gününde hem çiğ sucuk örneklerimizde, hem de pişmiş sucuk örneklerimizde duyusal değerlendirmeler yapılmıştır. Panelistler duyusal analizde çiğ sucuk örneklerinin; koku, renk, lezzet, tekstür, genel beğeni ve yağ dağılımı (mozaikleşme) özelliklerini değerlendirmişlerdir. Pişmiş sucuk örneklerinin ise koku, renk, lezzet, tekstür ve genel beğeni özelliklerini değerlendirmişlerdir. Çiğ sucuklara ait duyusal değerlendirme sonuçları; Şekil 4.16'da, pişmiş sucuklara ait değerlendirme sonuçları ise; Şekil 4.17'de verilmiştir.

Çiğ sucukların duyusal analizinde; pazı tozu ile kürlenen sucukların en yüksek koku ve genel beğeni, ıspanak tozu ile kürlenen sucukların ise en yüksek tekstür ve yağ dağılımı (mozaikleşme) puanlarına sahip olduğu belirlenmiştir. En yüksek renk ve lezzet puanları, sodyum nitrat (Nat) ile kürlenen sucuklarda belirlenmiştir. Dereotu tozu ile kürlenen çiğ sucukların, duyusal analiz parametrelerinin hemen hepsinde; diğer gruplardaki sucuklara göre daha düşük puanlar aldığı belirlenmiştir. Tekstür, genel beğeni ve yağ dağılımı (mozaikleşme) parametreleri için; özellikle ıspanak ve pazı tozları ile kürlenen sucukların, diğer gruplardaki sucuklara göre daha çok beğenildiği gözlenmiştir.

Pişmiş sucuklara ait duyusal analizde; pazı tozu ile kürlenen sucukların tüm duyusal parametreler için en yüksek puanı alan grup olduğu belirlenmiştir. Genel beğeni ve lezzet parametreleri için pazı tozu (P) ilaveli sucuklardan sonra, ıspanak tozu ile

kürlenen sucukların geldiği gözlenmiştir. Dereotu tozu ile kürlenen sucukların ise; tekstür parametresi hariç diğer herbir parametre için en düşük puanları aldığı tespit edilmiştir. Dereotu tozu ile kürlenen sucukların düşük puanlar almasının; muhtemelen sucuklarda dereotu tadının hissedilmesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Gök (2006), antioksidan ilaveli fermente sucukların üretim (olgunlaştırma) süreci sonunda ve depolama süresince renk puanlarının, kontrol grubu sucuklara göre daha yüksek çıktığını rapor etmiştir.

Sindelar ve ark. (2007); ham'lerin kürlenmesi için farklı düzeylerde sebze suyu tozlarının etkilerini incelemişler ve % 0.2 düzeyinde sebze suyu tozu ile kürlenen ham'lerin duyusal özelliklerinin, kontrol grubu ile arasında farklılık olmadığını belirlemişlerdir. Sebze suyu miktarının artmasıyla, hissedilen sebze aromasında artış olduğunu ve duyusal panelde olumsuz olarak değerlendirildiğini ifade etmişlerdir.

Uz (2008); farklı seviyelerde (%0, %3, %6 ve%9) buğday kepeği ilave ederek ürettiği sucukların duyusal analizinde yüzey rengi, kıvam ve görünüş özelliklerini değerlendirmiş olup, kepek ilavesinin yüzey rengi ve görünüş parametrelerini etkilemediğini bildirmiştir. Buğday kepeği ilavesinin, çiğ sucukların kıvam puanlarını düşürdüğünü ifade etmiştir. Buğday kepeği ilavesinin, pişmiş sucukların "tat ve koku" özelliğini etkilemediğini bildirmiştir.

Yalınkılıç (2009), duyusal değerlendirmede sucuklara %4 düzeyinde portakal lifi ilavesinin; renk, tat ve genel beğeni puanları üzerine olumsuz etkilerinin olduğunu bildirmiştir.

Şimşek (2010); starter kültür ilavesinin fermente sucukların duyusal özelliklerini geliştirdiğini; turşu suyu ilave ettiği sucukların ise duyusal özelliklerinde farklılık tespit etmediğini bildirmiştir.

Çiğ olarak duyusal analizi yapılan fermente sucukların kesit yüzey renk puanları; 6.07-7.40; kesit yüzey görünüş puanları 5.93-7.40; tat ve aroma puanları 5.62-8.16; tekstür puanları 6.22-8.10; genel beğeni puanları 5.89-7.97 arasında belirlenmiştir (Bağdatlı, 2013).

Farklı tuz karışımları (NaCl, NaCl+KCl, NaCl+KCl+$MgCl_2$, NaCl+KCl+$MgCl_2$+$CaCl_2$) kullanılarak üretilen sucukların duyusal özellikleri belirlenmiştir. Değerlendirilen duyusal parametreler üzerine uygulanan tuz çeşidinin önemli bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir (Şimşek, 2016).

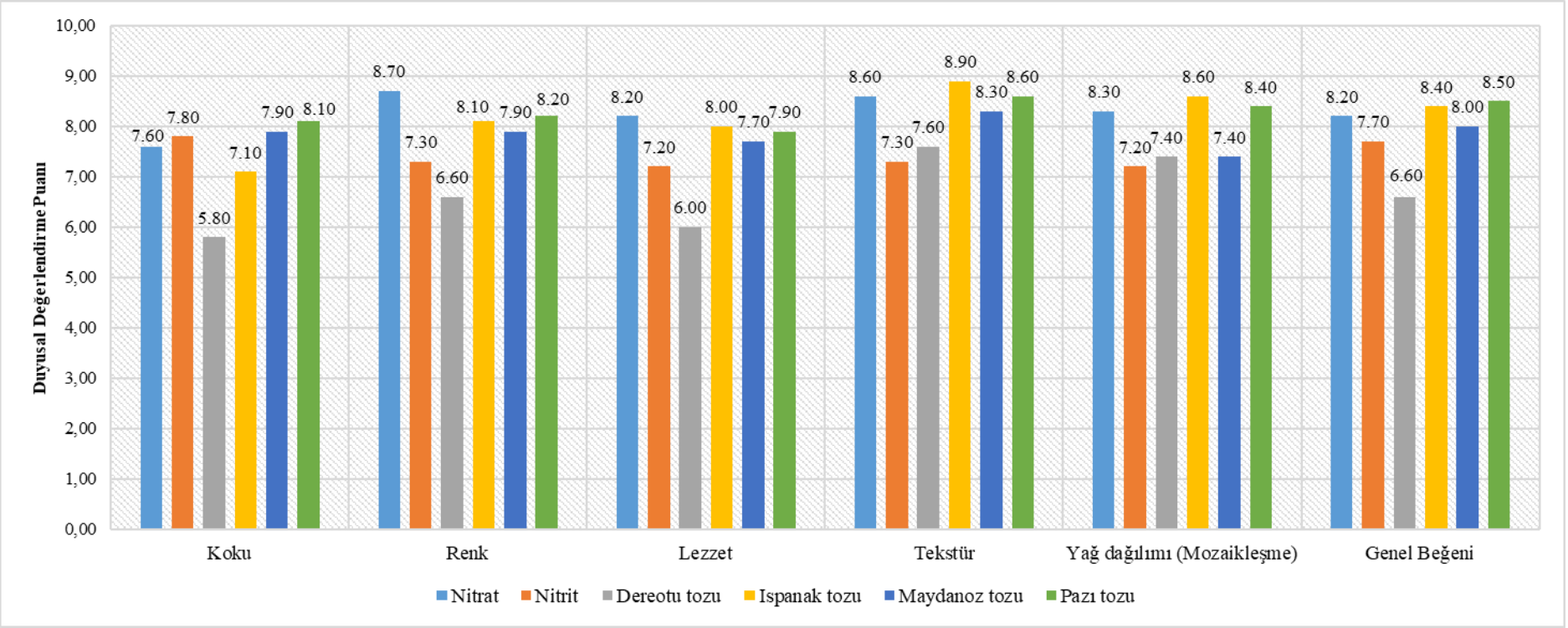
Riel ve ark. (2017); Mortadella tipi sosislerin üretiminde maydanoz ekstrakt tozunu doğal kürleme ajanı olarak kullanmışlardır. Yapılan duyusal analizde; kürleme

ajanları içermeyen grubun (nitrat ve nitrit içermeyen grup) en düşük puanları aldığı, diğer grupların (geleneksel olarak kürlenmiş örnekler ve farklı düzeylerde maydanoz ekstrakt tozu ile kürlenen örnekler) arasındaki farklılıkların ise önemsiz olduğu belirlenmiştir.

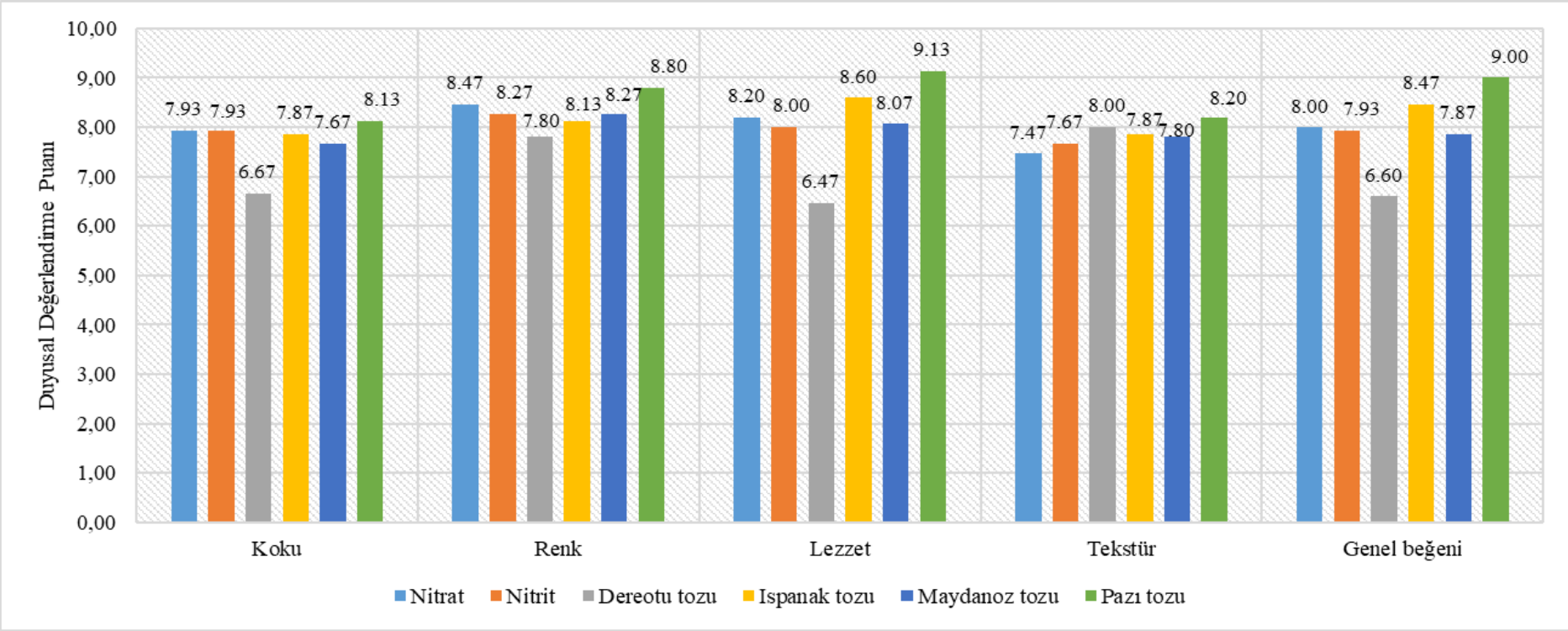
Shin ve ark. (2017), pazı tozu ile kürlenmiş domuz köftelerinin bazı kalite karakteristiklerini incelemişlerdir. 60 ppm sodyum nitrit ve %1 pazı tozu ile kürlenen gruba ait duyusal analiz puanlarının, kontrol ve diğer gruplara göre daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.

Zungur Bastıoğlu (2019), zeytinyağı ilaveli fermente sucukların duyusal özelliklerini belirlemiş olup, %15 zeytinyağı içeren sucukların, kontrol grubu ile arasında farklılık olmadığını bildirmiştir.

Sucu ve Turp (2018), doğal kürleme ajanı olarak kırmızı pancar tozunu kullandıkları fermente sucuklarda; genel kabul edilebilirlik (genel beğeni) ve renk puanlarının, kontrol grubuna göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Kırmızı pancar tozu ile kürlemenin, fermente sucuğun duyusal özelliklerinde avantaj sağladığı ifade edilmiştir.



Şekil 4.16. Farklı kürleme ajanları içeren çiğ sucuklara ait duyusal değerlendirme sonuçları



Şekil 4.17. Farklı kürleme ajanları içeren pişmiş sucuklara ait duyusal değerlendirme sonuçları

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Çalışmamızda; doğal nitrat kaynakları olan dereotu (D), ıspanak (I), maydanoz (M) ve pazı (P) tozları, fermente sucuk üretiminde kürleme ajanı olarak kullanılmıştır. Bu sebze tozlarının etkilerini belirlemek amacıyla, sodyum nitrat (Nat) ve sodyum nitrit (Nit) ilavesiyle iki ayrı kontrol grubu oluşturulmuştur. Sucuk hamurlarına kürleme ajanları; 100 ppm nitrat/nitrit bulunacak düzeyde ilave edilmiştir. Fermentasyon kabininde 7 gün süren üretim süreci sonrasında, tüketime hazır hale gelen sucuklar, modifiye atmosfer paketleme (MAP) tekniği ile ambalajlanmış ve 4 ^{o}C'de 3 ay süreyle depolanmıştır. Sucuk hamurlarında, üretim sürecinin 1., 3., 5. ve 7. günlerinde ve depolama periyodunun 1., 15., 30., 45., 60., 75. ve 90. günlerinde sucukların bazı kalite karakteristikleri belirlenmiştir. Bu kapsamda fizikokimyasal özellikleri belirlemek amacıyla; nem, protein, toplam yağ, toplam kül, su aktivitesi, pH, renk, thiobarbitürik asit (TBA) sayısı, titrasyon asitliği, kalıntı nitrat, kalıntı nitrit, nitrozomyoglobin, diyet lif (sebze tozlarında) ve tekstür profil analizleri yapılmıştır. Mikrobiyolojik kaliteyi belirlemek için; toplam mezofilik aerobik bakteri, maya-küf, laktik asit bakterileri ve Koliform grubu bakterilerin sayımları yapılmıştır. Ayrıca sucuk örneklerinin duyusal özellikleri de değerlendirilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgulara ait sonuçlar aşağıda verilmiştir:

- Çalışmada kullanılan dereotu, ıspanak, maydanoz ve pazı tozlarının nitrat içeriklerinin sırasyla, 14042, 34879, 8545 ve 38726 ppm olduğu belirlenmiştir. Sebze tozlarının nem içeriklerinin % 1.56-3.19, toplam diyet lif içeriklerinin % 37.87-42.36, su aktivitesi değerlerinin 0.097-0.127, pH değerlerinin ise 5.10-5.85 arasında değiştiği belirlenmiştir.
- Sucuk hamurlarının; nem içeriklerinin % 45.28-47.89, yağ içeriklerinin % 34.23-37.16, protein içeriklerinin % 14.71-15.00 ve kül içeriklerinin % 2.22-2.44 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Dereotu tozu ile kürlenen sucuk hamurlarının en düşük nem içeriğine, aynı zamanda en yüksek yağ içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Sucuk hamurlarının pH ve su aktivitesi değerlerinin sırasıyla, 5.81-5.90 ve 0.971-0.979 arasında değiştiği belirlenmiş olup, en düşük pH değeri sodyum nitrit (Nit) ilaveli sucuk hamurlarında tespit edilmiştir.

- Tüketime hazır hale gelen sucukların, nem içeriklerinin; % 33.29-33.77, protein içeriklerinin; % 22.51-23.69, yağ içeriklerinin; % 38.81-39.71, kül içeriklerinin; % 3.16-3.34 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Sucukların pH değerlerinin; 5.17-5.27, su aktivitesi değerlerinin 0.924-0.943 ve laktik asit içeriklerinin; % 0.77-0.96 arasında olduğu belirlenmiştir. Pazı tozu ile kürlenen sucukların en yüksek protein ve laktik asit içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. En düşük toplam yağ içeriği ve pH değeri ise; yine pazı tozu içeren sucuklarda tespit edilmiştir.
- Üretim sürecinin başında (1. gün) sucukların nem içeriklerinin; % 37.80 ile 42.31 arasında değiştiği, üretim sürecinin sonunda ise; % 33.29-33.77 seviyelerine düştüğü tespit edilmiştir. Üretim sürecinin ilerlemesiyle sucukların nem içeriklerinde, kademeli olarak düşüş gözlenmiştir. 7. günde en düşük nem içeriği; dereotu tozu (D), ıspanak tozu (I) ve maydanoz tozu (M) ilaveli sucuklarda belirlenmiştir.
- Üretim sürecinin başında (1. gün) sucukların su aktivitesi değerlerinin 0.964 ile 0.974 arasında değiştiği, sonunda ise 0.924-0.943 seviyelerine düştüğü belirlenmiştir. Üretim sürecinin ilerlemesiyle, sucukların su aktivitesi değerlerinin azaldığı gözlenmiştir. 7. günde en düşük nem içeriği pazı tozu içeren sucuklarda tespit edilmiştir.
- Üretim süresi boyunca sucukların pH değerlerinin düştüğü belirlenmiştir. Üretim sürecinin 1. gününde pH değerlerinin 5.675- 5.835 arasında değiştiği; sonunda ise pH değerlerinin 5.170-5.265 seviyelerine düştüğü tespit edilmiştir. Pazı tozu içeren sucukların, en düşük pH değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Depolama periyodunda da zamanla pH değerlerinde düşüş gözlenmiş, ancak üretim sürecine kıyasla pH düşüşü çok daha yavaş gerçekleşmiştir. Depolama periyodunun başında sucukların pH değerlerinin 5.21 ile 5.25 arasında değiştiği, 90 günlük depolamanın sonunda ise; pH değerlerinin 5.03-5.14'e düştüğü tespit edilmiştir. Ispanak tozu ile kürlenen sucukların, diğer sucuklara kıyasla daha yüksek pH değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir.
- Üretim sürecinde sucukların laktik asit içeriği 1. günden, 3. güne önemli ölçüde artış göstermiş olup, 3. günden sonra bu artış az miktarda da olsa devam etmiştir. Üretim sürecinin başında sucukların laktik asit içeriklerinin % 0.591 ile 0.732 arasında değiştiği, sonunda ise; % 0.774-0.958 seviyelerine kadar yükseldiği tespit edilmiştir. Pazı tozu ile kürlenen sucukların üretim sürecinin sonunda, en yüksek laktik asit içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir.

- Depolama periyodunun ilerlemesiyle sucukların TBA sayılarında artış gözlenmiş ve en yüksek TBA sayıları depolamanın 90. gününde tespit edilmiştir. Depolamanın 90. gününde, ıspanak tozu ile kürlenen sucukların en düşük TBA sayılarına; dereotu tozu ile kürlenen sucukların ise en yüksek lipit oksidasyon seviyesine sahip olduğu belirlenmiştir.
- Üretim sürecinde en yüksek kalıntı nitrat içerikleri 1. günde tespit edilmiş olup, sürecin ilerlemesiyle kalıntı nitrat miktarları azalmıştır. Üretim sürecinin sonunda en yüksek nitrat içeriğine sahip olan sucukların sırasıyla; sodyum nitrit (Nit), dereotu tozu (D) ve maydanoz tozu (M) ilave edilmişler olduğu belirlenmiştir. Sodyum nitrat (Nat) ilaveli sucukların 7. günde 1.61 ppm kalıntı nitrat içerdiği tespit edilmiştir. Ispanak tozu (I) ile kürlenen sucuklarda 5. günden sonra, pazı tozu ile kürlenen sucuklarda ise 7. günden sonra kalıntı nitrat tespit edilememiştir. Depolama periyodunun 15. gününden itibaren; sodyum nitrat (Nat) ve dereotu tozu (D) ilaveli sucuklarda kalıntı nitrat içeriği saptanamamıştır. Maydanoz tozu (M) ile kürlenen sucuklarda ise depolama periyodunun 30. gününden itibaren kalıntı nitrat belirlenememiştir. Sodyum nitrit (Nit) ilaveli sucukların depolama periyodunun başındaki kalıntı nitrat miktarı; 23.34 ppm iken, 90. günde 1.30 ppm'e düşmüştür.
- Üretim sürecinin ilerlemesiyle genellikle sucukların (Nat grubu hariç), kalıntı nitrit miktarlarında düşüş tespit edilmiştir. Üretim sürecinin sonunda en düşük kalıntı nitrit içeriğine sahip olan sucukların sodyum nitrit; en yüksek seviyede kalıntı nitrit içeren sucukların ise pazı tozu ilave edilenler olduğu belirlenmiştir. Depolama periyodunda sucukların kalıntı nitrit miktarlarının 2.06-3.64 ppm arasında değiştiği tespit edilmiştir. Depolama periyodunun ilerlemesiyle sodyum nitrit ilaveli sucuklar hariç, diğer gruplardaki sucukların kalıntı nitrit miktarları azalmıştır. Depolama periyodunda, dereotu tozu ilaveli sucukların en yüksek kalıntı nitrit içeriğine sahip olduğu, bunu maydanoz tozu ile kürlenen sucukların takip ettiği belirlenmiştir. Diğer gruplardaki sucukların en düşük kalıntı nitrit içeriğine sahip oldukları tespit edilmiştir.
- Üretim sürecinin sonunda belirlenen nitrozomyoglobin miktarının, 1. güne kıyasla önemli seviyede arttığı görülmüştür. Pazı tozu (P) ilaveli sucukların en yüksek nitrozomyoglobin miktarına sahip olduğu, en düşük nitrozomyoglobin miktarını ise dereotu tozu (D) ilaveli sucukların içerdiği belirlenmiştir. Depolama periyodunda, sucukların nitrozomyoglobin miktarlarında artış gözlenmiştir. En yüksek nitrozomyoglobin içeriğine, ıspanak tozu (I) ile kürlenen sucukların sahip olduğu

belirlenmiştir. Sodyum nitrat (Nat) ile kürlenen sucukların, en düşük nitrozomyoglobin içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

- Üretim sürecinde sucukların dış kesit yüzeylerine ait *L**, *a** ve *b** değerlerinin sırasıyla; 25.50-36.63, 7.12-15.41 ve 3.22-9.80 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Ispanak tozu (I) ilaveli sucukların dış kesit yüzeylerine ait en yüksek parlaklık değerine sahip olduğu belirlenmiş olup, en düşük *L** değeri ise maydanoz tozu (M) ilaveli sucuklarda tespit edilmiştir. Sodyum nitrit (Nit) ile kürlenen sucukların dış kesit yüzeylerinin en yüksek *a** (kırmızılık) değerlerine sahip olduğu ve bunu pazı tozu (P) ilaveli sucukların takip ettiği belirlenmiştir. Sodyum nitrit (Nit) ilaveli sucukların aynı zamanda en yüksek *b** (sarılık) değerlerine de sahip olduğu tespit edilmiştir. Depolama periyodunda ise; sebze tozları ile doğal kürleme ajanının örneklerin dış kesit yüzeylerine ait kırmızılık değerlerini, kontrol gruplarına göre düşürdüğü tespit edilmiştir. Depolama periyodunda sodyum nitrit (Nit) ilaveli sucukların dış kesit yüzeylerinin en yüksek *L** ve *b** değerlerine de sahip olduğu belirlenmiştir. Depolama periyodunda maydanoz tozu (M) ile kürlenen sucukların dış kesit yüzeylerinin en düşük renk değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir.
- Üretim sürecinin ilerlemesiyle sucukların iç kesit yüzeylerine ait parlaklık değerlerinde artış gözlenmiş olup, sucukların iç kesit yüzeylerine ait *L**, *a** ve *b** değerlerinin sırasıyla; 42.23-49.18, 12.07-16.29 ve 12.74-17.65 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Pazı tozu (P) ile kürlenen sucukların ve kontrol gruplarının (Nat ve Nit) iç kesit yüzeylerine ait kırmızılık değerlerinin, en yüksek olduğu belirlenmiştir. En düşük kırmızılık değerleri; maydanoz tozu (M) ve dereotu tozu (D) ilaveli sucuklarda saptanmıştır. Depolama periyodunda da maydanoz tozu (M) ile kürlenen sucukların iç kesit yüzeylerinin, en düşük *L** (parlaklık) değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Pazı tozu ve kontrol gruplarının (Nat ve Nit) depolama periyodunda iç kesit yüzeylerinin *a** (kırmızılık) değerlerinin en yüksek olduğu belirlenmiştir.
- Üretim süreci boyunca sucukların sertlik değerlerinde, kademeli olarak artış gözlenmiştir. Sebze tozları ilave edilen sucukların, kontrol gruplarına (Nat ve Nit) göre daha yüksek sertlik, çiğnenebilirlik ve geri kazanım değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ispanak ve maydanoz tozları ilave edilen sucuklara ait ortalama iç yapışkanlık değerlerinin en yüksek olduğu; sodyum nitrat ile kürlenen sucukların ise en düşük iç yapışkanlık değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Depolama periyodunda; dereotu tozu ve maydanoz tozu ilaveli sucukların en yüksek sertlik

değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Depolama periyodunda, sebze tozları ile yapılan kürlemenin; sucukların dış yapışkanlık değerlerini azalttığı, çiğnenebilirlik değerlerini ise arttırdığı tespit edilmiştir. Ispanak tozu ve pazı tozu ilaveli sucukların depolama periyodunda, en yüksek iç yapışkanlık değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. En düşük geri kazanım değerleri ise, kontrol gruplarında (Nat ve Nit) tespit edilmiştir.

- Üretim sürecinde sucukların TMAB sayılarının 4.00-6.67 log kob/g arasında değiştiği ve en düşük TMAB sayıları ise, 3. günde belirlenmiştir. Üretim sürecinde en düşük TMAB sayısı, pazı tozu ile kürlenen sucuklarda tespit edilmiştir. Depolama periyodunda TMAB sayılarında; 1. ve 45. günler arasında farklılık belirlenemezken; 90. günde artış olduğu gözlenmiştir.
- Üretim sürecinde sucukların LAB sayılarının; 6.66-8.48 log kob/g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Dereotu ve maydanoz tozu ile kürlenen sucukların, en yüksek LAB sayılarına sahip oldukları belirlenmiştir. Ispanak tozu ve maydanoz tozu ilaveli sucukların, kontrol gruplarına kıyasla daha yüksek LAB sayısına sahip olduğu tespit edilmiştir. Depolama periyodunun ilerlemesiyle sucuklardaki LAB sayılarının artış gösterdiği tespit edilmiş ve en yüksek sonuçlar 90. günde belirlenmiştir. Depolama periyodunda, en yüksek LAB sayıları, sodyum nitrit ve pazı tozu ilaveli sucuklarda belirlenmiş olup, bunu ıspanak tozu ilaveli sucuklar takip etmiştir.
- Üretim sürecinin 1. gününde sucukların maya-küf sayılarının 2.31-3.34 log kob/g aralığında değiştiği belirlenmiştir. Fermantasyonun tamamlanmasıyla birlikte sucukların çoğunda (P ve Nit grupları hariç) maya-küf gelişimi tespit edilememiştir. Üretim sürecinin 7. gününde ise sucukların tümünde tekrar maya-küf gelişimi gözlenmiş olup, maya-küf sayılarının 1.64-2.55 log kob/g aralığında değiştiği belirlenmiştir. Depolama periyodu boyunca sucuklarda maya-küf üremesi görülmemiştir.
- Üretim sürecinin ilk gününde sucukların toplam Koliform grubu bakteri sayılarının 1.50-2.38 log kob/g arasında değiştiği belirlenmiş olup, daha sonraki periyotlarda toplam Koliform grubu bakteri üremesi tespit edilememiştir. Depolama periyodunda da; sucuklarda Koliform grubu bakterilerin varlığı saptanamamıştır.
- Çiğ sucukların duyusal analizinde; tekstür, genel beğeni ve yağ dağılımı parametreleri için; özellikle ıspanak ve pazı tozları ile kürlenen sucukların, diğer gruplara göre daha çok beğenildiği gözlenmiştir. Dereotu tozu ve sodyum nitrit ile

kürlenen sucukların duyusal özelliklerinin hepsinde; diğer gruplara göre daha düşük puanlar aldığı belirlenmiştir. Pişmiş sucuklara ait duyusal analizde ise; pazı tozu ile kürlenen sucukların tüm duyusal parametreler için en yüksek puanları alan grup olduğu, bunu ıspanak tozu ile kürlenen sucukların takip ettiği belirlenmiştir. Dereotu tozu ile kürlenen sucukların, duyusal değerlendirmede en düşük puanları aldığı tespit edilmiştir.

5.2 Öneriler

Günümüzde tüketiciler, herhangi bir kimyasal katkı maddesi içermeyen, doğal/organik gıdalara yönelmektedirler. Bu talebe yönelik gıdaların üretimi ve geliştirilmesine yönelik araştırmalar da gün geçtikçe artmaktadır. Bu kapsamdaki çalışmalardan biri de, et ürünlerinin doğal nitrat içeren kaynaklarla kürlenmesidir. Özellikle nitrat içeren bitkisel kaynaklı katkı maddelerinin, kürlenmiş et ürünlerinin üretiminde kullanılması ile ilgili araştırmalar gün geçtikçe büyük önem kazanmakta ve giderek de artmaktadır.

Çalışmamızda; yüksek seviyelerde nitrat içeren dereotu, ıspanak, maydanoz ve pazı tozları, alternatif kürleme ajanları olarak fermente sucukların üretiminde kullanılmıştır. 7 günlük üretim (olgunlaştırma) sürecinde ve 90 günlük depolama periyodunda fermente sucukların kalite karakteristikleri incelenmiştir. Elde edilen bulgular göz önünde bulundurulduğu taktirde aşağıdaki önerileri yapabiliriz:

- Fermente Türk sucuğunun; nitrat/nitrit yerine dereotu, ıspanak, maydanoz ve pazı tozları ile üretiminin mümkün olabileceği belirlenmiştir. Fermente sucuğun kalite karakteristikleri açısından değerlendirildiğinde, özellikle pazı ve ıspanak tozları ile fermente sucuk üretimin gerçekleştirilmesinin daha uygun olacağı söylenebilir.
- Bitkisel kaynaklarla et ürünlerinin doğal olarak kürlenmesinin; gıda endüstrisine aktarım sürecinde, patojenler üzerine olan etkilerinin belirlenmesi gerekmektedir.
- Bitkisel kaynaklarda mevcut olan nitrat miktarının çok değişken olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Et ürünleri formülasyonlarına ilave edilecek bitkisel kaynakların nitrat içeriğindeki değişikliklerin ürün kalitesi üzerine olumsuz etkilerini engellemek ve ürün kalitesinde standardizasyon sağlamak için; yetiştirme aşamasında sebzelerin nitrat içeriğini belirli değerler arasında tutacak

veya maksimum nitrat içeriğine sahip olacak şekilde bazı tarım tekniklerinin uygulanması/geliştirilmesi çözüm olabilir. Ayrıca nitrat içeriğinin standart bir değere ayarlanması amacıyla işletmeye gelen sebze tozlarının nitrat içerikleri belirlenerek, farklı oranlarda karıştırılmaları da diğer bir çözüm yöntemi olabilir.

- Yapılan bu çalışmada sebze tozları ile fermente sucuk üretimi gerçekleştirilmiştir. Fermente sucuğun üretim süresinin uzun olması, nitratın indirgenebilmesi açısından önemlidir. Ancak ısıl işlem görmüş sucukların üretim süresinin daha kısa olması sebebiyle, istenilen kalite karakteristiklerinin elde edilip edilemeyeceğinin araştırılması gereklidir. Ayrıca ısıl işlem görmüş sucuğun üretim süresinin kısa olması nedeniyle nitratın, nitrite dönüşümünün yeterli düzeyde olmaması halinde sebze tozlarındaki nitratın ön işlemlerle nitrite dönüştürülmesi, daha sonra sucuk formülasyonuna ilave edilmesi de araştırılması gereken bir başka konudur.
- Nitrat ve nitrit ithal ve pahalı ürünlerdir. Sebze tozlarının bu ürünlere alternatif olarak kullanılmasının, milli ekonomiye katkı sağlayacağı ve sucuk üretim maliyetinde düşüşe neden olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

AACC, 2000, Approved methods of the American association of cereal chemists, *Methods*, 54, 21.

Acker, K., Beysens, D. ve Möller, D., 2008, Nitrite in dew, fog, cloud and rain water: An indicator for heterogeneous processes on surfaces, *Atmospheric Research*, 87 (3-4), 200-212.

Acton, J. ve Keller, J., 1974, Effect of fermented meat pH on summer sausage properties, *Journal of Milk and Food Technology*, 37 (11), 570-576.

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.

Agarwal, A., 2008, Chemical composition of major essential oil of India, *Published by Swaraj Herbal Plants Ltd. Barabanki, India*, 281.

Agyare, C., Appiah, T., Boakye, Y. D. ve Apenteng, J. A., 2017, *Petroselinum crispum*: a review, In: Medicinal Spices and Vegetables from Africa, Eds: Elsevier, p. 527-547.

Ahmad, S. ve Srivastava, P., 2007, Quality and shelf life evaluation of fermented sausages of buffalo meat with different levels of heart and fat, *Meat Science*, 75 (4), 603-609.

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.

Alexander, D. D. ve Cushing, C. A., 2011, Red meat and colorectal cancer: a critical summary of prospective epidemiologic studies, *Obesity Reviews*, 12 (5), e472-e493.

Alibas, İ. ve Okursoy, R., 2012, Karalahana (*Brassica oleracea L. var. acephala*), Pazı (*Beta vulgaris L. var. cicla*) ve Ispanak (*Spinacia oleracea L.*) Yapraklarının Bazı Teknik Özellikleri, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (1), 39-48.

Altuğ, T., 2006, (Editör) Gıda Katkı Maddeleri. 2, *Baskı. Bölüm*, 6.

Anar, Ş., 2010, Et ve Et Ürünleri Teknolojisi, Dora Yayınları, p. 470.

Anonim, 2013, Türk Gıda Kodeksi, Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, T.C. Resmi Gazete.

Anonim, 2018, Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği (2018/52). T.C. Resmi Gazete.

Anonymous, 1995, The United States Department of Agriculture (USDA). The Food Safety and Inspection Service (FSIS). USA.

Anonymous, 2014, Commission Regulation (EU) No 601/2014.

AOAC, 2000, Official methods of analysis, AOAC Gaithersburg, MD.

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.

Atik, A., 2013, Keçi etlerinin sucuk üretiminde değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Authority, E. F. S., 2008, Nitrate in vegetables-Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain, *Efsa Journal*, 6 (6), 689.

Ayaz, A. ve Yurttagül, M., 2006, Sebzelerin nitrat ve nitrit içeriklerine etki eden faktörler, *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 34 (2), 51-64.

Aydın, K., 2017, Kuyruk yağı kullanımının ısıl işlem görmüş sucuğun yağ asidi kompoziyonu ve diğer bazı özelliklerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Bağdatlı, A., 2013, Probiyotik sucuk üretiminde bileşim ve yapısal özelliklerin optimizasyonu, Doktora Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.

Bandian, L., Nemati, H. ve Moghaddam, M., 2019, Effects of bentonite application and urea fertilization time on growth, development and nitrate accumulation in spinach (*Spinacia oleraceae L.*), *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50 (1), 1-9.

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

Bedale, W., Sindelar, J. J. ve Milkowski, A. L., 2016, Dietary nitrate and nitrite: Benefits, risks, and evolving perceptions, *Meat Science*, 120, 85-92.

Berens, P. D. ve Bryan, N. S., 2017, Nitrite and nitrate in human breast milk: implications for development, In: Nitrite and Nitrate in Human Health and Disease, Eds: Springer, p. 141-152.

Bilge, G. Y., 2010, Sucukta üretim sırasında meydana gelen mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişmelere üretim sıcaklığının ve starter kültürün etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Blom, H., Hagen, B., Pedersen, B., Holck, A. ve Axelsson, L., 1996, Accelerated production of dry fermented sausage, *Meat Science*, 43, 229-242.

Bolkent, Ş., Yanardağ, R., Tabakoğlu-Oğuz, A. ve Özsoy-Saçan, Ö., 2000, Effects of chard (*Beta vulgaris L. var. cicla*) extract on pancreatic B cells in streptozotocin-diabetic rats: a morphological and biochemical study, *Journal of Ethnopharmacology*, 73 (1-2), 251-259.

Borch, E., Kant-Muermans, M.-L. ve Blixt, Y., 1996, Bacterial spoilage of meat and cured meat products, *International Journal of Food Microbiology*, 33 (1), 103-120.

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., Hernández-Jover, T., Miguélez-Arrizado, M. J. ve Vidal-Carou, M. C., 2003, Contribution of contaminant enterobacteria and lactic acid bacteria to biogenic amine accumulation in spontaneous fermentation of pork sausages, *European Food Research and Technology*, 216 (6), 477-482.

Bozkurt, H., 2002, Sucuk üretim teknolojisinde farklı nitrit dozlarının *Esherichia coli* O157: H7'nin gelişimi üzerine etkisi, Doktora Tezi, *Gaziantep Üniversitesi* Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.

Bozkurt, H. ve Bayram, M., 2006, Colour and textural attributes of sucuk during ripening, *Meat Science*, 73 (2), 344-350.

Bryan, N. S. ve Loscalzo, J., 2011, Nitrite and nitrate in human health and disease, Springer, p. 349.

Budavari, S. ve O'Neil, M., 1996, In; The Merck Index, 13th Edn., Merck & Co, *Inc., Whitehouse Station, NJ*, 948.

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.

Cabello, P., Roldan, M. D. ve Moreno-Vivian, C., 2004, Nitrate reduction and the nitrogen cycle in archaea, *Microbiology*, 150 (11), 3527-3546.

Candan, T. ve Bağdatlı, A., 2018, Et ürünlerinde nitrit/nitrat azaltılmasına yönelik doğal uygulamalar, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24 (7), 1382-1387.

Candoğan, K., 2009, Antimikrobiyal ve Antioksidan Özellikteki Yenilebilir Filmlerin Taze Etlerin Raf Ömrüne Etkisi, *Ankara Üniversitesi Bilimsel Arastırma Projeleri*, 92.

Cantliffe, D., 1973, Nitrate Accumulation in Table Beets and Spinach as Affected by Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Nutrition and Light Intensity 1, *Agronomy Journal*, 65 (4), 563-565.

Casquete, R., Benito, M. J., Martín, A., Ruiz-Moyano, S., Hernández, A. ve Córdoba, M. G., 2011, Effect of autochthonous starter cultures in the production of "salchichón", a traditional Iberian dry-fermented sausage, with different ripening processes, *LWT-Food Science and Technology*, 44 (7), 1562-1571.

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

Cassens, R. G., 2008, Meat preservation: preventing losses and assuring safety, John Wiley & Sons, p.

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.

Ceylan, Ş., Mordoğan, N., Yoldaş, F. ve Çakıcı, H., 2005, Azotlu gübrelemenin farklı ekim zamanlarında yetiştirilen maydanoz bitkisinde azot birikimi verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi, *Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Raporu*,, 54s.

Chasco, J., Lizaso, G. ve Beriain, M., 1996, Cured colour development during sausage processing, *Meat Science*, 44 (3), 203-211.

Choi, S. W., Lee, S. K., Kim, E. O., Oh, J. H., Yoon, K. S., Parris, N., Hicks, K. B. ve Moreau, R. A., 2007, Antioxidant and antimelanogenic activities of polyamine conjugates from corn bran and related hydroxycinnamic acids, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (10), 3920-3925.

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.

Chow, C. ve Hong, C., 2002, Dietary vitamin E and selenium and toxicity of nitrite and nitrate, *Toxicology*, 180 (2), 195-207.

Chung, M.-Y., Lim, T. G. ve Lee, K. W., 2013, Molecular mechanisms of chemopreventive phytochemicals against gastroenterological cancer development, *World Journal of Gastroenterology: WJG*, 19 (7), 984.

Coelho, G. M., Weschenfelder, Â. V., Meinert, E. M., Amboni, R. D. d. M. C. ve Beirão, L. H., 2007, Effects of starch properties on textural characteristics of fish burgers: sensory and instrumental approaches, *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 25 (1).

Cooper, J. V., Suman, S. P., Wiegand, B. R., Schumacher, L. ve Lorenzen, C. L., 2017, Light source influences color stability and lipid oxidation in steaks from low color stability beef *Triceps brachii* Muscle, *Meat and Muscle Biology*, 1 (1), 149-156.

Cortesi, M. L., Vollano, L., Peruzy, 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.

Coşkuner, Ö., 2002, Türk sucuğunda lipid oksidasyonuna ve serbest yağ asitleri oluşumuna ısıl işlemin etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

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.

Çağlar, M. Y., 2014, Farklı Hardal Tohumlarının Köftelerin Bazı Kalite Karakteristikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi* Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.

Çoksever, E. ve Sarıçoban, C., 2010, Effects of bitter orange albedo addition on the quality characteristics of naturally fermented Turkish style sausages (sucuks), *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8 (1), 34-37.

Dalmış, Ü., 2007, Sucukta Üretim ve Depolama Sırasında Meydana Gelen Mikrobiyolojik ve Biyokimyasal Değişmeler, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Dalmış, Ü. ve Soyer, A., 2008, Effect of processing methods and starter culture (*Staphylococcus xylosus* and *Pediococcus pentosaceus*) on proteolytic changes in Turkish sausages (sucuk) during ripening and storage, *Meat Science*, 80 (2), 345-354.

de Oliveira Mendonca, A., Domingues, P. F., Vieira Da Silva, A., Bergamaschi Pezerico, S. ve Langoni, H., 2004, Detection of *Toxoplasma gondii* in swine sausages, *Parasitología latinoamericana*, 59 (1-2), 42-45.

Deda, M., Bloukas, J. ve Fista, G., 2007, Effect of tomato paste and nitrite level on processing and quality characteristics of frankfurters, *Meat Science*, 76 (3), 501-508.

Dejonckheere, W., Steurbaut, W., Drieghe, S., Verstraeten, R. ve Braeckman, H., 1994, Nitrate in food commodities of vegetable origin and the total diet in Belgium (1992-1993), *MAN Microbiologie, Aliments, Nutrition*, 12 (4), 359-370.

Demeyer, D., Blom, H., Hinrichsen, L., Johansson, G., Molly, K., Montel, M., Perez-Martinez, G., Sandtorv, B., Talon, R. ve Verplaetse, A., 1995, Interaction of lactic acid bacteria with muscle enzymes for safety and quality of fermented meat products, *Proceedings of Lactic Acid Bacteria Conference.*

Demir, N., 2013, Fermente sucuk üretiminde şalgam suyu kullanımının bazı patojenlerin canlılığı üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.

Demirci, M., 2001, Gıda Kimyası, Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, *ISBN975-97146-2-0, Tekirdağ, s219*.

Devine, C., Hopkins, D., Hwang, I., Ferguson, D. ve Richards, I., 2004, Electrical stimulation. In 'Encyclopedia of Meat Sciences'.(Eds W Jensen, C Devine, M Dikeman) pp. 413–423, Elsevier: Oxford.

Dilber, A., 2012, Koyun mekanik ayrılmış tavuk ve hindi etlerinin sucuğun bazı fizikokimyasal tekstürel ve duyusal özellikleri üzerine etkisinin optimizasyonu, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Djeri, N. ve Williams, S., 2014, Celery juice powder used as nitrite substitute in sliced vacuum-packaged turkey bologna stored at 4C for 10 weeks under retail display light, *Journal of Food Quality*, 37 (5), 361-370.

Dogruer, Y. ve Guner, 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.

Doolaege, E. H., Vossen, E., Raes, K., De Meulenaer, B., Verhé, R., Paelinck, H. ve De Smet, S., 2012, Effect of rosemary extract dose on lipid oxidation, colour stability and antioxidant concentrations, in reduced nitrite liver pâtés, *Meat Science*, 90 (4), 925-931.

Eisinaite, V., Vinauskiene, R., Viskelis, P. ve Leskauskaite, D., 2016, Effects of Freeze-Dried Vegetable Products on the Technological Process and the Quality of Dry Fermented Sausages, *Journal of Food Science*, 81 (9), 2175-2182.

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.

Ekiz, T., 2016, Doğal Bazı Antimikrobiyal Maddelerin ve Potasyum Sorbatın Isıl İşlem Görmüş Sucuklara Yüzeysel Uygulamasının Sucuk Kalite Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi* Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.

Eleiwa, N. ve El-Diasty, E., 2014, Antifungal activity of dill essential oil (*Anethum graveolens L.*) in minced meat, *Vedic Research International Phytomedicine*, 2 (1), 6.

Ensoy, Ü., 2004, Hindi sucuğu üretiminde starter kültür kullanımı ve ısıl işlem uygulamasının ürün karakteristikleri üzerine etkisi, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Ercoşkun, H. ve Ertaş, A., 2003, Fermente et ürünlerinin lezzet bileşenleri ve oluşumları, *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 7 (16), 38-45.

Ercoşkun, H., 2006, Isıl işlem uygulanarak üretilen sucukların bazı kalite özelliklerine fermentasyon süresinin etkileri, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Ercoşkun, H., Tağı, Ş. ve Ertaş, A. H., 2010, The effect of different fermentation intervals on the quality characteristics of heat-treated and traditional sucuks, *Meat Science*, 85 (1), 174-181.

Ercoşkun, H. ve Özkal, S. G., 2011, Kinetics of traditional Turkish sausage quality aspects during fermentation, *Food Control*, 22 (2), 165-172.

Ergönül, B., 2009, Farklı probiyotik kültürler kullanarak hindi sucuğu üretimi ve kalite üzerine etkileri, Doktora Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.

Erkmen, G., Orak, H. ve Şatıroğlu, S., 1990, Nitrate and nitrite content of fresh vegetables of Turkish origin, *Turkish Journal of Chemistry*, 14, 196-200.

Ertaş, A., 1985, Et ürünlerinin üretim teknikleri ve mikroorganizmalar, *Kükem*, 8 (2), 131-134.

Ertaş, A. H., 1983, Pigmentler ve et rengi, *Gıda*, 8 (6).

Ertaş, A. H., 1998, Et yağlarının oksidasyonu, *Gıda*, 23 (1), 11-17.

Eşiyok, D. B., M. K., 2007, Pazı Yetiştiriciliği (*Beta Vulgaris supsp. cicla*) ve Besin İçeriği, *Dünya Gıda Dergisi*, 94-95.

Eştürk, O. ve Soysal, Y., 2010, Drying properties and quality parameters of dill dried with intermittent and continuous microwave-convective air treatments, *Journal of Agricultural Sciences*, 16 (1), 26-36.

Fanco, I., Prieto, B., Cruz, J., López, M. ve Carballo, J., 2002, Study of the biochemical changes during the processing of Androlla, a Spanish dry-cured pork sausage, *Food Chemistry*, 78 (3), 339-345.

Fik, M. ve Leszczyńska-Fik, A., 2007, Microbiological and sensory changes in minced beef treated with potassium lactate and sodium diacetate during refrigerated storage, *International Journal of Food Properties*, 10 (3), 589-598.

Fista, G., Bloukas, J. ve Siomos, A., 2004, Effect of leek and onion on processing and quality characteristics of Greek traditional sausages, *Meat Science*, 68 (2), 163-172.

Gabaza, M., Claeys, E., Smet, S. ve Raes, K., 2013, Potential of fermented spinach extracts as a nitrite source for meat curing, *Proceedings of the 59th International Congress of Meat Science and Technology (ICOMST), Izmir, Turkey*.

Gangolli, S. D., Van Den Brandt, P. A., Feron, V. J., Janzowsky, C., Koeman, J. H., Speijers, G. J., Spiegelhalder, B., Walker, R. ve Wishnok, J. S., 1994, Nitrate, nitrite and N-nitroso compounds, *European Journal of Pharmacology: Environmental Toxicology and Pharmacology*, 292 (1), 1-38.

Gassara, F., Kouassi, A. P., Brar, S. K. ve Belkacemi, K., 2016, Green alternatives to nitrates and nitrites in meat-based products–a review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56 (13), 2133-2148.

Gatellier, P., Gomez, S., Gigaud, V., Berri, C., Le Bihan-Duval, E. ve Santé-Lhoutellier, V., 2007, Use of a fluorescence front face technique for measurement of lipid oxidation during refrigerated storage of chicken meat, *Meat Science*, 76 (3), 543-547.

Gençcelep, H., 2006, Sucuk üretiminde değişik starter kültürler ve farklı nitrit seviyelerinin biyojen amin oluşumu üzerine etkileri / Effects of various starter cultures and different nitrite levels on the formation of biogenic amines in sucuk production, Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

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.

Govoni, M., Jansson, E. Å., Weitzberg, E. ve Lundberg, J. O., 2008, The increase in plasma nitrite after a dietary nitrate load is markedly attenuated by an antibacterial mouthwash, *Nitric oxide*, 19 (4), 333-337.

Gök, V., 2006, Antioksidan kullanımının fermente sucukların bazı kalite özellikleri üzerine etkileri, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Gökalp, H., Yetim, H. ve Kaya, M., 1987, İnsan bünyesine alınan nitrat, nitrit miktarı ve kaynakları, aminler ve çeşitli gıdaların amin içerikleri, *Et ve Balık Endüstrisi Dergisi*, 8 (49), 12-18.

Gökalp, H., 1995, Fermente et ürünleri-sucuk üretim teknolojisi, *Standart Ekonomik ve Teknik Dergisi*, 34, 48-55.

Gökalp, H. Y., Kaya, M., Tülek, Y. ve Zorba, Ö., 1999, Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuar Uygulama Kılavuzu, *Erzurum*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.

Gökalp, Y., Kaya, M. ve Zorba, Ö., 2004, Et Ürünleri İşleme Mühendisligi, *Erzurum*, Atatürk Universitesi Ziraat Fakültesi Ofset.

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.

Gürbüz, Ü., Doğruer, Y. ve Anıl, N., 1995, Değişik tuzlama teknikleriyle üretilen ve 4 C'de muhafaza edilen pastırmaların kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi, *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 11 (1), 33-40.

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.

Hammes, W. ve Knauf, H., 1994, Starters in the processing of meat products, *Meat Science*, 36 (1-2), 155-168.

Hammes, W. P., 2012, Metabolism of nitrate in fermented meats: the characteristic feature of a specific group of fermented foods, *Food Microbiology*, 29 (2), 151-156.

Hayes, J., Canonico, I. ve Allen, P., 2013, Effects of organic tomato pulp powder and nitrite level on the physicochemical, textural and sensory properties of pork luncheon roll, *Meat Science*, 95 (3), 755-762.

Herencia, J. F., Ruiz-Porras, J., Melero, S., Garcia-Galavis, P., Morillo, E. ve Maqueda, C., 2007, Comparison between organic and mineral fertilization for soil fertility levels, crop macronutrient concentrations, and yield, *Agronomy Journal*, 99 (4), 973-983.

Herranz, C., Casaus, P., Mukhopadhyay, S., Martınez, J., Rodrıguez, J., Nes, I., Hernández, P. ve Cintas, L., 2001, Enterococcus faecium P21: a strain occurring naturally in dry-fermented sausages producing the class II bacteriocins enterocin A and enterocin B, *Food Microbiology*, 18 (2), 115-131.

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.

Hill, M. J., 1996, Nitrates and nitrites in food and water, CRC Press.

Hiramoto, K., Kato, T. ve Kikugawa, K., 1993, Generation of DNA-breaking activity in the Maillard reaction of glucose-amino acid mixtures in a solid system, *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 285 (2), 191-198.

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.

Hsu, J., Arcot, J. ve Lee, N. A., 2009, Nitrate and nitrite quantification from cured meat and vegetables and their estimated dietary intake in Australians, *Food Chemistry*, 115 (1), 334-339.

Hugas, M. ve Monfort, J. M., 1997, Bacterial starter cultures for meat fermentation, *Food Chemistry*, 59 (4), 547-554.

Hung, Y., de Kok, T. M. ve Verbeke, W., 2016, Consumer attitude and purchase intention towards processed meat products with natural compounds and a reduced level of nitrite, *Meat Science*, 121, 119-126.

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.

İpek, G., 2019, Isıl işlem görmüş sucuk formülasyonunda yer fıstığı yağı ve keten tohumu yağı kullanılarak hazırlanan o/w jel emülsiyonlarının (soğuk jelleşme) yağ girdisi olarak kullanımının ürün kalitesine etkilerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

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.

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.

Jiraungkoorskul, W., 2016, Review of neuro-nutrition used as anti-alzheimer plant, spinach, *Spinacia oleracea*, *Pharmacognosy Reviews*, 10 (20), 105.

Jones, J. A., Hopper, A. O., Power, G. G. ve Blood, A. B., 2015, Dietary intake and bio-activation of nitrite and nitrate in newborn infants, *Pediatric Research*, 77 (1-2), 173-181.

Kaban, G. ve Kaya, M., 2010, Fermente Sosislerde Uçucu Bileşikler, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38 (2), 225-230.

Kamel, S., 2013, Effect of microwave treatments on some bioactive compounds of parsley (*Petroselinum crispum*) and dill (*Anethum graveolens*) leaves, *Journal of Food Processing & Technology*, 4 (6), 1-5.

Karaaslan, S. ve Tuncer, I., 2008, Development of a drying model for combined microwave–fan-assisted convection drying of spinach, *Biosystems Engineering*, 100 (1), 44-52.

Karabagias, I. K., 2018, Volatile profile of raw lamb meat stored at 4±1 C: The potential of specific aldehyde ratios as indicators of lamb meat quality, *Foods*, 7 (3), 40.

Karakaya, M., 1987, Sucuklarda çeşitli karbonhidrat kaynaklarının kullanılma olanakları üzerine araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Karakaya, M., 2013, Et Bilimi ve Teknolojisi, *Selçuk Üniversitesi*, *Ziraat Fakültesi, Konya*.

Kargozari, M., Moini, S., Basti, A. A., Emam-Djomeh, Z., Gandomi, H., Martin, I. R., Ghasemlou, M. ve Carbonell-Barrachina, Á. A., 2014, 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.

Kaya, M., 1992, Sucuk üretim teknolojisinde değişik nitrit dozlarının ve farklı starter kültür kullanımının *Listeria monocytogenes*' in çoğalımı üzerine etkisi ve sucuğun diğer bazı kalitatif kriterleri, Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 127.

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.

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.

Kesmen, Z., Yetiman, A., Gulluce, A., Kacmaz, N., Sagdic, O., Cetin, B., Adiguzel, A., Sahin, F. ve Yetim, H., 2012, Combination of culture-dependent and culture-independent molecular methods for the determination of lactic microbiota in sucuk, *International Journal of Food Microbiology*, 153 (3), 428-435.

Kim, T.-K., Kim, Y.-B., Jeon, K.-H., Park, J.-D., Sung, J.-M., Choi, H.-W., Hwang, K.-E. ve Choi, Y.-S., 2017, Effect of fermented spinach as sources of pre-converted nitrite on color development of cured pork loin, *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 37 (1), 105.

Ko, S.-H., Park, J.-H., Kim, S.-Y., Lee, S. W., Chun, S.-S. ve Park, E., 2014, Antioxidant effects of spinach (*Spinacia oleracea L.*) supplementation in hyperlipidemic rats, *Preventive Nutrition and Food Science*, 19 (1), 19.

Ko, Y. M., Park, J. H. ve Yoon, K. S., 2017, Nitrite formation from vegetable sources and its use as a preservative in cooked sausage, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97 (6), 1774-1783.

Kodal, B., 2008, Antioksidan Özellikteki Yenilebilir Filmlerin Sığır Kıymasının Oksidatif Stabilitesine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Koh, E., Charoenprasert, S. ve Mitchell, A. E., 2012, Effect of organic and conventional cropping systems on ascorbic acid, vitamin C, flavonoids, nitrate, and oxalate in 27 varieties of spinach (*Spinacia oleracea L.*), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60 (12), 3144-3150.

Kontraszti, M., Hudson, G. ve Englyst, H., 1999, Dietary fibre in Hungarian foods measured by the Englyst NSP procedure and the AOAC Prosky procedure: a comparison study, *Food Chemistry*, 64 (4), 445-450.

Koyuncu, T. ve Lule, F., 2014, Convective and Microwave Drying Characteristics of Dill Leaves (*Anethum graveolens L.*), *Journal of Agricultural Science and Technology. A*, 4 (1A), 60.

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, Konya.

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.

Kurćubić, V. S., Mašković, P. Z., Vujić, J. M., Vranić, D. V., Vesković-Moračanin, S. M., Okanović, Đ. G. ve Lilić, S. V., 2014, Antioxidant and antimicrobial activity of *Kitaibelia vitifolia* extract as alternative to the added nitrite in fermented dry sausage, *Meat Science*, 97 (4), 459-467.

Kurt, A., 2012, Fermente Sucuk Üretiminde Kuru İncir ve Taze Siyah İncir Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.

Lerman, A. ve Zeiher, A. M., 2005, Endothelial function: cardiac events, *Circulation*, 111 (3), 363-368.

Leroy, F. ve De Vuyst, L., 2004, Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry, *Trends in Food Science & Technology*, 15 (2), 67-78.

Li, K., McKeith, A. G., Shen, C. ve McKeith, R., 2018, A comparison study of quality attributes of ground beef and veal patties and thermal inactivation of *Escherichia coli* O157: H7 after double pan-broiling under dynamic conditions, *Foods*, 7 (1), 1.

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.

Liaros, N., Katsanidis, E. ve Bloukas, J., 2009, Effect of the ripening time under vacuum and packaging film permeability on processing and quality characteristics of low-fat fermented sausages, *Meat Science*, 83 (4), 589-598.

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.

Lizaso, G., Chasco, J. ve Beriain, M., 1999, Microbiological and biochemical changes during ripening of salchichón, a Spanish dry cured sausage, *Food Microbiology*, 16 (3), 219-228.

Lundberg, J. O., Weitzberg, E. ve Gladwin, M. T., 2008, The nitrate–nitrite–nitric oxide pathway in physiology and therapeutics, *Nature Reviews Drug Discovery*, 7 (2), 156-167.

Lundberg, J. O., Carlström, M., Larsen, F. J. ve Weitzberg, E., 2011, Roles of dietary inorganic nitrate in cardiovascular health and disease, *Cardiovascular Research*, 89 (3), 525-532.

Lynch, M., Faustman, C., Silbart, L., Rood, D. ve Furr, H., 2001, Detection of lipid-derived aldehydes and aldehyde: protein adducts in vitro and in beef, *Journal of Food Science*, 66 (8), 1093-1099.

Lyons, D. J., Rayment, G. E., Nobbs, P. E. ve McCallum, L. E., 1994, Nitrate and nitrite in fresh vegetables from Queensland, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 64 (3), 279-281.

Magrinya, N., Bou, R., Tres, A., Rius, N., Codony, R. ve Guardiola, F., 2009, Effect of tocopherol extract, *Staphylococcus carnosus* culture, and celery concentrate addition on quality parameters of organic and conventional dry-cured sausages, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 (19), 8963-8972.

Marco, A., Navarro, J. L. ve Flores, M., 2006, The influence of nitrite and nitrate on microbial, chemical and sensory parameters of slow dry fermented sausage, *Meat Science*, 73 (4), 660-673.

Matallana González, M., Martínez-Tomé, M. ve Torija Isasa, M., 2010, Nitrate and nitrite content in organically cultivated vegetables, *Food Additives and Contaminants: Part B*, 3 (1), 19-29.

Michalski, R. ve Kurzyca, I., 2006, Determination of Nitrogen Species (Nitrate, Nitrite and Ammonia Ions) in Environmental Samples by Ion Chromatography, *Polish Journal of Environmental Studies*, 15 (1).

Molly, K., Demeyer, D., Johansson, G., Raemaekers, M., Ghistelinck, M. ve Geenen, I., 1997, The importance of meat enzymes in ripening and flavour generation in dry fermented sausages. First results of a European project, *Food Chemistry*, 59 (4), 539-545.

Moncada, S. ve Higgs, A., 1993, The L-arginine-nitric oxide pathway, *New England Journal of Medicine*, 329 (27), 2002-2012.

Montel, M., Talon, R., Berdagué, J. ve Cantonnet, M., 1993, Effects of starter cultures on the biochemical characteristics of French dry sausages, *Meat Science*, 35 (2), 229-240.

Morrissey, P. ve Tichivangana, J., 1985, The antioxidant activities of nitrite and nitrosylmyoglobin in cooked meats, *Meat Science*, 14 (3), 175-190.

Mortensen, A., Aguilar, F., Crebelli, R., Di Domenico, A., Dusemund, B., Frutos, M. J., Galtier, P., Gott, D. ve Gundert-Remy, U., 2017, Re-evaluation of sodium nitrate (E 251) and potassium nitrate (E 252) as food additives, *Efsa Journal*, 15 (6), 1-123.

Myers, K., Cannon, J., Montoya, D., Dickson, J., Lonergan, S. ve Sebranek, J., 2013, Effects of high hydrostatic pressure and varying concentrations of sodium nitrite from traditional and vegetable-based sources on the growth of *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat (RTE) sliced ham, *Meat Science*, 94 (1), 69-76.

Mzoughi, Z., Chahdoura, H., Chakroun, Y., Cámara, M., Fernández-Ruiz, V., Morales, P., Mosbah, H., Flamini, G., Snoussi, M. ve Majdoub, H., 2019, Wild edible Swiss chard leaves (*Beta vulgaris L. var. cicla*): Nutritional, phytochemical composition and biological activities, *Food Research International*, 119, 612-621.

Naes, H., Holck, A. L., Axelsson, L., Andersen, H. J. ve Blom, H., 1994, Accelerated ripening of dry fermented sausage by addition of a *Lactobacillus proteinase*, *International Journal of Food Science & Technology*, 29 (6), 651-659.

Nasonova, V. ve Tunieva, E., 2017, Effect of chard powder on colour and aroma formation in cooked sausages, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 012042.

Navarro, J., Nadal, M., Izquierdo, L. ve Flores, J., 1997, Lipolysis in dry cured sausages as affected by processing conditions, *Meat Science*, 45 (2), 161-168.

O'Boyle, A., Rubin, L., Diosady, L., Aladin-Kassam, N. ve Comer, F., 1990, A nitride-free curing system and its application to the production of Wieners, *Food Technology (Chicago)*, 44 (5), 88-104.

O'Grady, M., Maher, M., Troy, D., Moloney, A. ve Kerry, J., 2006, An assessment of dietary supplementation with tea catechins and rosemary extract on the quality of fresh beef, *Meat Science*, 73 (1), 132-143.

Olivares, A., Navarro, J. L. ve Flores, M., 2009, Establishment of the contribution of volatile compounds to the aroma of fermented sausages at different stages of processing and storage, *Food Chemistry*, 115 (4), 1464-1472.

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.

Orhan, H., 2019, Kereviz tozunun pastırma üretiminde alternatif kürleme ajanı olarak kullanılabilme imkanları, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Osman, H., 1990, Dietary fiber composition of common vegetables and fruits in Malaysia, *Food Chemistry*, 37 (1), 21-26.

Oussalah, M., Caillet, S., Saucier, L. ve Lacroix, M., 2006, Antimicrobial effects of selected plant essential oils on the growth of a *Pseudomonas putida* strain isolated from meat, *Meat Science*, 73 (2), 236-244.

Öğün, E., 2012, Eymir Gölü'nde Reaktif Azot Döngüsünün İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Öz, F., Zaman, A. ve Kaya, M., 2017, Effect of chitosan on the formation of heterocyclic aromatic amines and some quality properties of meatball, *Journal of Food Processing and Preservation*, 41 (4), e13065.

Öz, Ö., 2015, Haşlama ve kurutmanın bazı sebzelerin bileşimi üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

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

Özdestan, Ö. ve Üren, A., 2010, Development of a cost-effective method for nitrate and nitrite determination in leafy plants and nitrate and nitrite contents of some green leafy vegetables grown in the Aegean region of Turkey, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 (9), 5235-5240.

Özer, E., 1995, Bazı et ürünlerinin (sucuk, salam, sosis) nitrat ve nitrit düzeylerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi,* Adana.

Özhan, Y. B., 2010, Farklı Demir Gübrelerinin Maydanoz Bitkisinde Demir Beslenmesi Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi,* İzmir.

Öziş, G., 2014, Bazı organik asit ve tuzlarının fermente sucuğun bazı özellikleri üzerindeki etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu.

Öztan, A., 2010, Et Bilimi ve Teknolojisi, *Ankara*, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası, p. 361-369.

Öztekin, G., Uludağ, T. ve Tüzel, Y., 2018, Growing spinach (*Spinacia oleracea* L.) in a floating system with different concentrations of nutrient solution, *Appl Ecol Env Res*, 16 (3), 3333-3350.

Öztürk, G., 2009, Likopen içeren yenilebilir filmlerin sığır kıymasının oksidatif stabilitesine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Öztürk, N., Tunalıer, Z., Koşar, M. ve Başer, K., 2004, *Petroselinum crispum, Anethum graveolens* ve *Eruca sativa*'nın Antioksidan Etki ve Fenolik Bileşikler Yönünden İncelenmesi, *Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Bildiriler* (14), 29-31.

Pagliano, E. ve Mester, Z., 2019, Determination of elevated levels of nitrate in vegetable powders by high-precision isotope dilution GC–MS, *Food Chemistry*, 286, 710-714.

Palalı, H., 2007, Laktik Asit Bakterilerinde Transkripsiyon Regülasyonu, Yüksek Lisans Tezi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

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

Papadima, S. ve Bloukas, J., 1999, Effect of fat level and storage conditions on quality characteristics of traditional Greek sausages, *Meat Science*, 51 (2), 103-113.

Parks, S., Huett, D., Campbell, L. ve Spohr, L., 2008, Nitrate and nitrite in Australian leafy vegetables, *Australian Journal of Agricultural Research*, 59 (7), 632-638.

Parthasarathy, D. K. ve Bryan, N. S., 2012, Sodium nitrite: The "cure" for nitric oxide insufficiency, *Meat Science*, 92 (3), 274-279.

Pedersen, E. ve Meyland, I., 1981, Nitrate, nitrite, and volatile nitrosamines in pickled fish prepared with addition of nitrate, *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 173 (5), 359-361.

Pegg, R. B. ve Shahidi, F., 2008, Nitrite curing of meat: The N-nitrosamine problem and nitrite alternatives, John Wiley & Sons, p. 268.

Pérez-Rodríguez, M. L., Bosch-Bosch, N. ve Garciá-Mata, M., 1996, Monitoring nitrite and nitrate residues in frankfurters during processing and storage, *Meat Science*, 44 (1-2), 65-73.

Perigo, J., Whiting, E. ve Bashford, T., 1967, Observations on the inhibition of vegetative cells of *Clostridium sporogenes* by nitrite which has been autoclaved in a laboratory medium, discussed in the context of sub-lethally processed cured meats, *International Journal of Food Science & Technology*, 2 (4), 377-397.

Petrova, P. ve Petrov, K., 2017, Traditional cereal beverage boza, In: Fermented Foods, Part II: Technological Interventions, Eds: Ramesh C.R. ve Didier, M., 1. Baskı, *Boca Raton*: CRC Press, p. 283-305.

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.

Pokluda, R. ve Kuben, J., 2002, Comparison of selected Swiss chard (*Beta vulgaris ssp. cicla L.*) varieties, *Hort. Sci.(Prague)*, 29 (3), 114-118.

Pradhan, A. K., Ivanek, R., Gröhn, Y. T., Geornaras, I., Sofos, J. N. ve Wiedmann, M., 2009, Quantitative risk assessment for *Listeria monocytogenes* in selected categories of deli meats: impact of lactate and diacetate on listeriosis cases and deaths, *Journal of Food Protection*, 72 (5), 978-989.

Rafii, F. ve Shahverdi, A. R., 2007, Comparison of essential oils from three plants for enhancement of antimicrobial activity of nitrofurantoin against enterobacteria, *Chemotherapy*, 53 (1), 21-25.

Rahman, M. S., 2007, Nitrites in food preservation, *Handbook of food preservation (2nd ed). CRC Press, Boca Raton, FL, USA*, 299-312.

Ralt, D., 2009, Does NO metabolism play a role in the effects of vegetables in health? Nitric oxide formation via the reduction of nitrites and nitrates, *Medical Hypotheses*, 73 (5), 794-796.

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.

Rekha, M., Yadav, A. R., Dharmesh, S., Chauhan, A. ve Ramteke, R., 2010, Evaluation of antioxidant properties of dry soup mix extracts containing dill (*Anethum sowa* L.) leaf, *Food and Bioprocess Technology*, 3 (3), 441-449.

Riel, G., Boulaaba, A., Popp, J. ve Klein, G., 2017, Effects of parsley extract powder as an alternative for the direct addition of sodium nitrite in the production of mortadella-type sausages–Impact on microbiological, physicochemical and sensory aspects, *Meat Science*, 131, 166-175.

Roberts, T., Jarvis, B. ve RHODES, A. C., 1976, Inhibition of *Clostridium botulinum* by curing salts in pasteurized pork slurry, *International Journal of Food Science & Technology*, 11 (1), 25-40.

Rosenthal, A. J., 1999, Food Texture: Measurement and Perception, Springer, p. 312.

Rubio, B., Martínez, B., Sánchez, M. J., García-Cachán, M. D., Rovira, J. ve Jaime, I., 2007, Study of the shelf life of a dry fermented sausage "salchichon" made from raw material enriched in monounsaturated and polyunsaturated fatty acids and stored under modified atmospheres, *Meat Science*, 76 (1), 128-137.

Sadullahoğlu, H., 2010, Öğütülmüş çeşitli bitki tohumlarının sucuğun bazı kalite özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

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), M515-M521.

Samelis, J., Roller, S. ve Metaxopoulos, J., 1994, Sakacin B, a bacteriocin produced by *Lactobacillus sake* isolated from Greek dry fermented sausages, *Journal of Applied Microbiology*, 76 (5), 475-486.

Sanchez-Echaniz, J., Benito-Fernández, J. ve Mintegui-Raso, S., 2001, *Methemoglobinemia* and consumption of vegetables in infants, *Pediatrics*, 107 (5), 1024-1028.

Santamaria, P., Elia, A., Serio, F. ve Todaro, E., 1999, A survey of nitrate and oxalate content in fresh vegetables, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79 (13), 1882-1888.

Santamaria, P., 2006, Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86 (1), 10-17.

Sanz, Y., Vila, R., Toldrá, F., Nieto, P. ve Flores, J., 1997, Effect of nitrate and nitrite curing salts on microbial changes and sensory quality of rapid ripened sausages, *International Journal of Food Microbiology*, 37 (2-3), 225-229.

Sarıçoban, C. ve Karakaya, M., 2000, Sığır etine farklı oranlarda karıştırılan yumurta tavuğu etinin Türk tipi sucuk üretiminde kullanılabilme olanakları üzerine bir araştırma, *Gıda*, 26 (2), 109-113.

Sarıçoban, C., Karakaya, M. ve Caner, C., 2006, Properties of Turkish-style sucuk made with different combinations of beef and hen meat, *Journal of Muscle Foods*, 17 (1), 1-8.

Sayas-Barberá, E., Viuda-Martos, M., Fernández-López, F., Pérez-Alvarez, J. ve Sendra, E., 2012, Combined use of a probiotic culture and citrus fiber in a traditional sausage 'Longaniza de Pascua', *Food Control*, 27 (2), 343-350.

Schächinger, V., Britten, M. B. ve Zeiher, A. M., 2000, Prognostic impact of coronary vasodilator dysfunction on adverse long-term outcome of coronary heart disease, *Circulation*, 101 (16), 1899-1906.

Schrader, K. D., 2010, Investigating the control of *Listeria monocytogenes* on uncured, no-nitrate-or-nitrite-added meat products, Doktora Tezi, *Iowa State University*, Ames, Iowa, 189.

Sebranek, J., Cassens, R., Hoekstra, W., Winder, W., Podebradsky, E. ve Kielsmeier, E., 1973, 15N tracer studies of nitrite added to a comminuted meat product, *Journal of Food Science*, 38 (7), 1220-1223.

Sebranek, J. ve Bacus, J., 2007, Natural and organic cured meat products: regulatory, manufacturing, marketing, quality and safety issues, *American Meat Science Association White Paper Series*, 1, 115.

Sebranek, J., Jackson-Davis, A., Myers, K. ve Lavieri, N., 2012, Beyond celery and starter culture: Advances in natural/organic curing processes in the United States, *Meat Science*, 92 (3), 267-273.

Sebranek, J. G. ve Turner, J., 2002, In the pink, *Meat Processing*, 41 (9), 52.

Sebranek, J. G., 2009, Basic curing ingredients, In: Ingredients in meat products, Eds: Springer, p. 1-23.

Seitzinger, S. P., 1988, Denitrification in freshwater and coastal marine ecosystems: ecological and geochemical significance, *Limnology and oceanography*, 33, 702-724.

Shahidi, F., 1998, Flavor of Meat, Meat Products and Seafoods, *Verlag US*, Springer, p. 429.

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.

Shin, D.-M., Hwang, K.-E., Lee, C.-W., Kim, T.-K., Park, Y.-S. ve Han, S. G., 2017, Effect of Swiss chard (*Beta vulgaris var*. cicla) as nitrite replacement on color stability and shelf-life of cooked pork patties during refrigerated storage, *Korean journal for food science of animal resources*, 37 (3), 418.

Shyu, Y.-S., Lin, J.-T., Chang, Y.-T., Chiang, C.-J. ve Yang, D.-J., 2009, Evaluation of antioxidant ability of ethanolic extract from dill (*Anethum graveolens* L.) flower, *Food Chemistry*, 115 (2), 515-521.

Sindelar, J. J., Cordray, J. C., Sebranek, J. G., Love, J. A. ve Ahn, D. U., 2007, Effects of varying levels of vegetable juice powder and incubation time on color, residual nitrate and nitrite, pigment, pH, and trained sensory attributes of ready-to-eat uncured ham, *Journal of Food Science*, 72 (6), S388-S395.

Sindelar, J. J., Terns, M. J., Meyn, E. ve Boles, J. A., 2010, Development of a method to manufacture uncured, no-nitrate/nitrite-added whole muscle jerky, *Meat Science*, 86 (2), 298-303.

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.

Sindelar, J. J. ve Milkowski, A. L., 2012, Human safety controversies surrounding nitrate and nitrite in the diet, *Nitric Oxide*, 26 (4), 259-266.

Singh, S. P., Singh, S., Kumar, V., Rajput, R. K. ve Singh, M., 2018, Effect of Integrated Nutrients Management and Iodine Fertilization on Sulphur Content in Spinach (*Spinacea oleracea* L.), *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 7 (2), 2355-2361.

Snedecor, G. ve Cochran, W., 1980, Statistical methods. Iowa State Univ, *Press, Ames*, 358-360.

Soyer, A., Ertaş, A. H. ve Üzümcüogˇlu, Ü., 2005, Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (sucuks), *Meat Science*, 69 (1), 135-141.

Soyutemiz, E., Oruç, H. H., Ceylan, S. ve Çetinkaya, F., 2004, Farklı teknolojilerle üretilen yerli sucukların üretim aşamalarında nitrat ve nitrit miktarlarında meydana gelen değişiklikler, *Gıda*, 29 (1), 73-78.

Stahnke, L., 1995, Dried sausages fermented with Staphylococcus xylosus at different temperatures and with different ingredient levels—Part II. Volatile components, *Meat Science*, 41 (2), 193-209.

Sucu, C. ve Turp, G. Y., 2018, The investigation of the use of beetroot powder in Turkish fermented beef sausage (sucuk) as nitrite alternative, *Meat Science*, 140, 158-166.

Sullivan, G. A., 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.

Şahin, A., 2013, Kekik yağı içeren kitozan kaplamaların modifiye atmosferde ambalajlanan sucukların kalitesi üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Şahin, R., 2019, Deniz börülcesi (*Salicornia herbaceae L.*) ununun tuz ikame edici olarak köfte üretiminde kullanım potansiyeli, Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Şeniz, V. Ö., M. Sivritepe, Ö. Can, H. , 1995, Sebzecilik, Anadolu Üniversitesi, p.

Şimşek, Z., 2010, Fermente Sucuk Üretiminde, Fermentasyon Mikroorganizmaları Kaynağı Olarak Turşu Suyunun Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, *Erciyes Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Şimşek, Z., 2016, Fermente Sarımsak ve Kırmızı Biber Kullanımının Sucuğun Bazı Özelliklerine Etkisi, Doktora Tezi, *Erciyes Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Tamme, T., Reinik, M., Roasto, M., Juhkam, K., Tenno, T. ve Kiis, A., 2006, Nitrates and nitrites in vegetables and vegetable-based products and their intakes by the Estonian population, *Food Additives and Contaminants*, 23 (4), 355-361.

Tamme, T., Reinik, M., Roasto, M., Meremäe, K. ve Kiis, A., 2010, Nitrate in leafy vegetables, culinary herbs, and cucumber grown under cover in Estonia: content and intake, *Food Additives and Contaminants*, 3 (2), 108-113.

Toldra, F., 1998, Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products, *Meat Science*, 49, S101-S110.

Toldrá, F. ve Etherington, D. J., 1988, Examination of cathepsins B, D, H and L activities in dry-cured hams, *Meat Science*, 23 (1), 1-7.

Toldrá, F., Sanz, Y. ve Flores, M., 2001, Meat fermentation technology, In: Meat Science and Applications, Eds: CRC Press, p. 539-564.

Tompkin, R. B., 2005, Nitrite, In: Antimicrobials in food, Eds: Davidson, P. M., Sofos, J. N. ve Branen, A. L., 3. Baskı, *Boca Raton, FL.*: Taylor & Francis, CRC Press, p. 720.

Toptancı, İ., 2007, Sucuğun renk ve tekstürüne farklı ısıl işlem sıcaklıklarının etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi* Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Tömek, S. ve Serdaroğlu, M., 1990, Sucuklarda Fermantasyon Sırasında Oluşan Fiziksel, Kimyasal ve Biyokimyasal Değişiklikler, *EÜ Müh. Fak. Dergisi, Seri: B, Gıda Mühendisliği*, 8 (1).

Troller, J., 2012, Water activity and food, Elsevier, p. 235.

Uz, A., 2008, Az yağlı sucuğun renk ve tekstürüne buğday kepeği ilavesinin etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Uzun, I., 2019, Köfte üretiminde farklı oranlarda fesleğen kullanımının heterosiklik aromatik amin oluşumu üzerine etkisi, Yüksek Lisans, *Atatürk Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Ünal, K., Babaoglu, A. S. ve Karakaya, M., 2014, Effect of oregano, sage and rosemary essential oils on lipid oxidation and color properties of minced beef during refrigerated storage, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 17 (5), 797-805.

Ünal, K., 2017, Farklı Hayvansal Yağ ve Değişik Baharat İlavesinin Sucuğun Bazı Kalite Özelliklerine ve Heterosiklik Aromatik Amin Oluşumu Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Üren, A. ve Babayiğit, D., 1997, Colour parameters of Turkish-type fermented sausage during fermentation and ripening, *Meat Science*, 45 (4), 539-549.

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., Doolaege, 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).

Vural, H., 1998, The use of commercial starter cultures in the production of Turkish semi-dry fermented sausages, *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 207 (5), 410-412.

Vural, H., Eşiyok, D. ve Duman, İ., 2000, Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme) Kitabı, 440 S, *Bornova, İzmir*.

Vural, H., 2003, Effect of replacing beef fat and tail fat with interesterified plant oil on quality characteristics of Turkish semi-dry fermented sausages, *European Food Research and Technology*, 217 (2), 100-103.

Walters, C. L., 1991, Nitrates and Nitrites in Food, In: Nitrates and Nitrites in Food and Water, Eds: Hill, M. J.: Ellis Horwood Series in Food Science and Technology, p. 93-112.

Wasowicz, E., Gramza, A., Hes, M., Jelen, H. H. ve Korczak, J., 2004, Oxidation of lipids in food, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 13, 87-100.

Weast, R., 1988, Handbook of chemistry and physics, *CRC Press*.

Weiss, J., Gibis, M., Schuh, V. ve Salminen, H., 2010, Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products, *Meat Science*, 86 (1), 196-213.

Widdison, P. ve Burt, T., 2008, Nitrogen cycle, *Global Ecol*, 2526-2533.

Wójciak, K., Dolatowski, Z., Kołożyn-Krajewska, D. ve Trząskowska, M., 2012, The Effect of the *Lactobacillus casei* Lock 0900 Probiotic Strain on the Quality of Dry-Fermented Sausage During Chilling Storage, *Journal of Food Quality*, 35 (5), 353-365.

Xi, Y., Sullivan, G., Jackson, A., Zhou, G. ve Sebranek, J., 2012, Effects of natural antimicrobials on inhibition of *Listeria monocytogenes* and on chemical, physical and sensory attributes of naturally-cured frankfurters, *Meat Science*, 90 (1), 130-138.

Yalınkılıç, B., 2009, Sucuk Üretiminde Portakal Lifi Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Yıldırım, Y., 1979, Nitrat ve nitritin et ürünlerine katılma oranlarının sınırlandırılması, *Gıda Bilimi ve Teknolojisi*, 2 (1), 71-76.

Yıldız-Turp, G. ve Serdaroğlu, M., 2008, Effect of replacing beef fat with hazelnut oil on quality characteristics of sucuk–A Turkish fermented sausage, *Meat Science*, 78 (4), 447-454.

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.

Zhang, J., Daubert, C. R. ve Foegeding, E. A., 2005, Characterization of polyacrylamide gels as an elastic model for food gels, *Rheologica Acta*, 44 (6), 622-630.

Zhang, X., Kong, B. ve Xiong, Y. L., 2007, Production of cured meat color in nitrite-free Harbin red sausage by *Lactobacillus fermentum* fermentation, *Meat Science*, 77 (4), 593-598.

Zhao, L., Jin, Y., Ma, C., Song, H., Li, H., Wang, Z. ve Xiao, S., 2011, Physico-chemical characteristics and free fatty acid composition of dry fermented mutton sausages as affected by the use of various combinations of starter cultures and spices, *Meat Science*, 88 (4), 761-766.

Zikirov, E., 2014, Sous Vide Pişirme Yönteminin Sığır Etinde Heterosiklik Aromatik Amin Oluşumunu ve Bazı Kalitatif Kriterler Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Zor, M., 2013, Marmara Bölgesi'nde satılan ıspanak, marul ve maydanozun metal içeriğinin analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Zungur Bastıoğlu, A., 2019, Farklı Yöntemler ile Üretilen Dana ve Hindi Sucuklarında Et Yağı İkamesi Olarak Zeytinyağı Kullanımının Protein Oksidasyonu Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, *Ege Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Zuo, Y., Wang, C. ve Van, T., 2006, Simultaneous determination of nitrite and nitrate in dew, rain, snow and lake water samples by ion-pair high-performance liquid chromatography, *Talanta*, 70 (2), 281-285.

EKLER

EK-1 Çiğ sucuk duyusal değerlendirme formu

ÇİĞ SUCUK
DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU

Tarih: .../…/….

Panelistin Adı Soyadı:
Panelistin Yaşı ve Cinsiyeti:

Formu doldurmadan önce notlar bölümünü okuyunuz.

Örnek Kodu	Koku[a]	Renk[b]	Yağ Dağılımı (Mozaikleşme)[c]	Lezzet[d]	Tekstür[e]	Genel Beğeni[f]
339						
315						
357						
341						
393						
371						

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

Notlar:

a. Dilimler halinde tabaklarda sunulan çiğ sucuklar koklanarak, fermente veya asidik koku yönünden değerlendirilecektir. Panelistler, bir örneği kokladıktan sonra, su koklayarak bir önceki koku hissinin etkisini azaltabilirler.

b. Örneklerin kesit yüzey renkleri bir arada değerlendirilir. Tipik doğal fermente sucuk rengi dikkate alınarak değerlendirme yapılır.

c. Sucuk dilimlerinde kesit yüzey görünüşünü ifade eder. Dilimlerde yağ parçacıklarının homojen bir şekilde dağılması mozaikleşmenin ileri derecede olduğunu belirtir ve kaliteli bir sucuk için arzu edilen bir özelliktir.

d. Arka dişlerle iyice çiğnenen küçük bir parça sucuk dilimi yutulduktan sonra algılanan asidik ve baharatsı tat yönlerinden değerlendirilir. Örnekler arasında, ağzınızdaki bir önceki tadın etkisini gidermek için bir parça ekmek ve sudan yararlanınız.

e. Arka dişlerle iyice çiğnenen küçük bir parça sucuk dilimi, çiğnemeye karşı gösterdiği direnç yönünden değerlendirilir.

f. Yukarıda değerlendirilen dört özellik yönünden en beğenilenden en az beğenilene doğru puanlama yapılır.

EK-2 Pişmiş sucuk duyusal değerlendirme 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]
339					
315					
357					
341					
393					
371					

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

Notlar:

a. Dilimler halinde tabaklarda sunulan pişmiş sucuklar koklanarak, fermente veya asidik koku yönünden değerlendirilecektir. Panelistler, bir örneği kokladıktan sonra, su koklayarak bir önceki koku hissinin etkisini azaltabilirler.

b. Örneklerin kesit yüzey renkleri bir arada değerlendirilir. Tipik doğal fermente sucuk rengi dikkate alınarak değerlendirme yapılır.

c. Arka dişlerle iyice çiğnenen küçük bir parça sucuk dilimi yutulduktan sonra algılanan asidik ve baharatsı tat yönlerinden değerlendirilir. Örnekler arasında, ağzınızdaki bir önceki tadın etkisini gidermek için bir parça ekmek ve sudan yararlanınız.

d. Arka dişlerle iyice çiğnenen küçük bir parça sucuk dilimi, çiğnemeye karşı gösterdiği direnç yönünden değerlendirilir.

e. Yukarıda değerlendirilen dört özellik yönünden en beğenilenden en az beğenilene doğru puanlama yapılır.

EK-3

Çizelge 1. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki ortalama dış yapışkanlık (adhesiveness) değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Kürleme ajanı (A)	**n**	**Dış Yapışkanlık (N.s)**
Nitrat (Nat)	6	2.54±0.06
Nitrit (Nit)	6	3.04±0.10
Dereotu tozu (D)	6	3.05±0.44
Ispanak tozu (I)	6	2.62±0.17
Maydanoz tozu (M)	6	2.24±0.14
Pazı tozu (P)	6	2.80±0.21
Üretim süreci – (B)		
3. Gün	12	2.48±0.13
5. Gün	12	2.97±0.23
7. Gün	12	2.70±0.10
AxB		
Nat x 3. Gün	2	2.39±0.05
Nat x 5. Gün	2	2.56±0.04
Nat x 7. Gün	2	2.67±0.07
Nit x 3. Gün	2	3.12±0.20
Nit x 5. Gün	2	3.10±0.22
Nit x 7. Gün	2	2.91±0.14
D x 3. Gün	2	2.24±0.14
D x 5. Gün	2	3.98±1.17
D x 7. Gün	2	2.92±0.00
I x 3. Gün	2	2.75±0.22
I x 5. Gün	2	2.96±0.07
I x 7. Gün	2	2.16±0.09
M x 3. Gün	2	2.07±0.24
M x 5. Gün	2	2.09±0.02
M x 7. Gün	2	2.56±0.32
P x 3. Gün	2	2.26±0.47
P x 5. Gün	2	3.15±0.04
P x 7. Gün	2	2.98±0.06

EK-4

Çizelge 2. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların üretim sürecindeki ortalama elastikiyet (springiness) verilerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Kürleme ajanı (A)	**n**	**Elastikiyet**
Nitrat (Nat)	6	0.430±0.010
Nitrit (Nit)	6	0.458±0.010
Dereotu tozu (D)	6	0.494±0.030
Ispanak tozu (I)	6	0.478±0.010
Maydanoz tozu (M)	6	0.462±0.010
Pazı tozu (P)	6	0.481±0.020
Üretim süreci (B)		
3. Gün	12	0.458±0.010
5. Gün	12	0.481±0.010
7. Gün	12	0.463±0.010
AxB		
Nat x 3. Gün	2	0.417±0.010
Nat x 5. Gün	2	0.461±0.000
Nat x 7. Gün	2	0.411±0.010
Nit x 3. Gün	2	0.440±0.000
Nit x 5. Gün	2	0.463±0.010
Nit x 7. Gün	2	0.471±0.050
D x 3. Gün	2	0.458±0.010
D x 5. Gün	2	0.565±0.050
D x 7. Gün	2	0.460±0.040
I x 3. Gün	2	0.462±0.010
I x 5. Gün	2	0.455±0.010
I x 7. Gün	2	0.518±0.010
M x 3. Gün	2	0.444±0.000
M x 5. Gün	2	0.485±0.010
M x 7. Gün	2	0.458±0.040
P x 3. Gün	2	0.524±0.010
P x 5. Gün	2	0.461±0.010
P x 7. Gün	2	0.458±0.040

EK-5

Çizelge 3. Farklı kürleme ajanları içeren sucukların depolama periyodundaki ortalama elastikiyet (springiness) verilerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Kürleme ajanı (A)	**n**	**Elastikiyet**
Nitrat (Nat)	14	0.475±0.01
Nitrit (Nit)	14	0.468±0.01
Dereotu tozu (D)	14	0.453±0.01
Ispanak tozu (I)	14	0.474±0.02
Maydanoz tozu (M)	14	0.474±0.01
Pazı tozu (P)	14	0.490±0.01
Depolama periyodu (B)		
1. Gün	12	0.444±0.01
15. Gün	12	0.492±0.02
30. Gün	12	0.476±0.01
45. Gün	12	0.485±0.01
60. Gün	12	0.479±0.01
75. Gün	12	0.485±0.01
90. Gün	12	0.446±0.01
AxB		
Nat x 1. Gün	2	0.446±0.01
Nat x 15. Gün	2	0.474±0.06
Nat x 30. Gün	2	0.515±0.02
Nat x 45. Gün	2	0.512±0.01
Nat x 60. Gün	2	0.459±0.04
Nat x 75. Gün	2	0.497±0.03
Nat x 90. Gün	2	0.420±0.00
Nit x 1. Gün	2	0.471±0.01
Nit x 15. Gün	2	0.489±0.02
Nit x 30. Gün	2	0.473±0.03
Nit x 45. Gün	2	0.479±0.01
Nit x 60. Gün	2	0.429±0.01
Nit x 75. Gün	2	0.521±0.06
Nit x 90. Gün	2	0.415±0.02
D x 1. Gün	2	0.424±0.01
D x 15. Gün	2	0.429±0.00
D x 30. Gün	2	0.455±0.01
D x 45. Gün	2	0.488±0.02
D x 60. Gün	2	0.502±0.01
D x 75. Gün	2	0.430±0.01
D x 90. Gün	2	0.441±0.00
I x 1. Gün	2	0.431±0.02
I x 15. Gün	2	0.547±0.07
I x 30. Gün	2	0.494±0.04
I x 45. Gün	2	0.484±0.01
I x 60. Gün	2	0.486±0.04
I x 75. Gün	2	0.466±0.01
I x 90. Gün	2	0.409±0.05
M x 1. Gün	2	0.427±0.01
M x 15. Gün	2	0.491±0.01
M x 30. Gün	2	0.420±0.00
M x 45. Gün	2	0.461±0.03
M x 60. Gün	2	0.497±0.06
M x 75. Gün	2	0.507±0.03
M x 90. Gün	2	0.516±0.01
P x 1. Gün	2	0.463±0.02
P x 15. Gün	2	0.520±0.02
P x 30. Gün	2	0.497±0.05
P x 45. Gün	2	0.482±0.03
P x 60. Gün	2	0.501±0.01
P x 75. Gün	2	0.492±0.03
P x 90. Gün	2	0.474±0.03

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ali Samet BABAOĞLU
Uyruğu : TC
Doğum Yeri ve Tarihi : Ankara, 23//11/1989
Telefon : 0332 223 2959
Faks : 0332 241 0108
e-mail : asmtbb@gmail.com

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:	Aktepe Lisesi, ANKARA	2007
Üniversite	:	Ankara Üniversitesi, ANKARA	2012
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi, KONYA	2015
Doktora	:	Selçuk Üniversitesi, KONYA	2020

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2012-2013	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2013-	Selçuk Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

UZMANLIK ALANI

Et Bilimi ve Teknolojisi

YABANCI DİLLER

İngilizce (75)

YAYINLAR

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

1. ERDEM NURAN, BABAOĞLU ALİ SAMET, POÇAN HATİCE BERNA, KARAKAYA MUSTAFA (2020). The effect of transglutaminase on some quality properties of beef, chicken and turkey meatballs. Journal of Food Processing and Preservation (Yayın No: 6377815) (in press)
2. ÜNAL KÜBRA, ALP HALİME, BABAOĞLU ALİ SAMET, KARAKAYA MUSTAFA (2020). Different properties of chicken and turkey breast fillets marinated with fruit juices. FLEISCHWIRTSCHAFT, 100(2), 88-93. (Yayın No: 6282632)
3. Kadıoğlu Pınar, KARAKAYA MUSTAFA, ÜNAL KÜBRA, BABAOĞLU ALİ SAMET (2019). Technological and textural properties of spent chicken breast, drumstick and thigh meats as affected by marinating with pineapple fruit juice. BRITISH POULTRY SCIENCE, 60(4), 381-387., Doi: 10.1080/00071668.2019.1621990 (Yayın No: 5781940)

4. RAMAZAN, BABAOĞLU ALİ SAMET, ÜNAL KÜBRA, AYDIN CEVAT, ERTEM BEDRİ BORA (2019). Farklı Mesafelere Simule Ederek Taşımanın, Etlik Piliç Göğüs, But ve Baget Etlerinin Kalitesi Üzerine Etkileri. Hayvansal Üretim, 60, 31-38., Doi: 10.29185/hayuretim.544968 (Yayın No: 5782022)
5. BABAOĞLU ALİ SAMET, KARAKAYA MUSTAFA, ÖZ FATİH (2017). Formation of polycyclic aromatic hydrocarbons in beef and lamb kokorec: Effects of different animal fats. International Journal of Food Properties, 20(9), 1960-1970., Doi: 10.1080/10942912.2016.1225761 (Yayın No: 4059097)
6. ÜNAL KÜBRA, BABAOĞLU ALİ SAMET, KARAKAYA MUSTAFA (2014). Effect of Oregano Sage and Rosemary Essential Oils on Lipid Oxidation and Color Properties of Minced Beef During Refrigerated Storage. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 5(17), 797-805., Doi: 10.1080/0972060X.2014.956803 (Yayın No: 3278574)

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

1. ÜNAL KÜBRA, **BABAOĞLU ALİ SAMET**, KARAKAYA MUSTAFA (2017). THE EFFECTS OF KEFIR IN TENDERIZING CHICKEN AND TURKEY BREAST MEAT. 4th International Conference and Industrial Exhibition on Dairy Science Park (Özet Bildiri/Poster) (Yayın No:3670074)

2. Rustamli Afsana, KARAKAYA MUSTAFA, **BABAOĞLU ALİ SAMET** (2019). Adaçayı ve Biberiye Esansiyel Yağlarının Tavuk Etlerinin Depolama Stabilitesi Üzerine Etkileri. IV. International Agriculture, Forest and Aquaculture Sciences Congress, 9-9. (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:5821642)

3. **BABAOĞLU ALİ SAMET**, KARAKAYA MUSTAFA (2019). USAGE OF PARSLEY POWDER AS AN ALTERNATIVE CURING AGENT IN FERMENTED SUCUK PRODUCTION. X International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2019", 885-891. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:5755858)

4. Kadıoğlu Pınar, **BABAOĞLU ALİ SAMET**, Kırmızıkaya Görkem, KARAKAYA MUSTAFA (2019). Tavuk Etinin Bazı Fizikokimyasal ve Tekstürel Özellikleri Üzerine Mikrodalga, Sous Vide ve Geleneksel Pişirme Yöntemlerinin Etkileri. 5. Uluslararası Beyaz Et Kongresi(5), 603-607. (Tam Metin Bildiri/Poster)(Yayın No:5880274)

5. Kırmızıkaya Görkem, **BABAOĞLU ALİ SAMET**, Kadıoğlu Pınar, KARAKAYA MUSTAFA (2019). Bazı Doğal Antioksidanların Kanatlı Etlerinde Kullanımı. 5. Uluslararası Beyaz Et Kongresi(5), 390-394. (Tam Metin Bildiri/Poster)(Yayın No:5880233)

6. Dağar Sabire Büşra, KARAKAYA MUSTAFA, **BABAOĞLU ALİ SAMET** (2019). Jöle İşkembe ve Kelle-Paça Üretimi (Jelly Trip and Kelle-Paça Soup). 4th International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Conference, 1014-1014. (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:5821926)

7. Orhan Halil, KARAKAYA MUSTAFA, **BABAOĞLU ALİ SAMET** (2019). Pastırma Üretiminde Kürleme Ajanları ve Sağlık Üzerine Etkileri (Effects of Curing Agents on Pastırma Production and Health). 4th International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Conference, 952-952. (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:5822007)

8. ERTEM BEDRİ BORA, YETİŞİR RAMAZAN, **BABAOĞLU ALİ SAMET**, KARAKAYA MUSTAFA, ÜNAL KÜBRA, AYDIN CEVAT (2019). A Research on the Effects of the Transportation Simulation to Different Distance of Broilers to Meat Quality Properties. 1st International Congress On Sustainable Agriculture And Technology, 496-506. (Tam Metin Bildiri/Poster)(Yayın No:5815186)

9. ÇELİK İLKAY, ERTÜRK ESRA SÜMEYYE, ALAGÖZ EDA, OLCAY HATİCE SENA, **BABAOĞLU ALİ SAMET**, SARIÇOBAN CEMALETTİN (2018). The Determination of Antioxidant Activity of Different Levels of Grapevine Extract onChicken Broth. 4TH INTERNATIONAL AGRICULTURE CONGRESS, 157-157. (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:4339440)

10. KARAKAŞ MERVE, KARAKAYA MUSTAFA, **BABAOĞLU ALİ SAMET**, ÜNAL KÜBRA (2018). The Effect of Black Cumin and Peanut Oil on Some Emulsion Characteristics of Beef and Chicken Meat.. 1st. International Food Medicine Congress.(IFMC 2018), 172-172. (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:4686575)

11. KADIOĞLU PINAR, KARAKAYA MUSTAFA, ÜNAL KÜBRA, **BABAOĞLU ALİ SAMET** (2018). The Importance of Pineapple Juice on Tenderization Chicken Meat.. 1st. International Food Medicine Congress.(IFMC 2018), 173-173. (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:4686634)

12. **BABAOĞLU ALİ SAMET**, KARAKAYA MUSTAFA (2018). Some Physicochemical Properties of Lamb and Beef Kokoreç.. The 4th. International Symposium on "Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, 350-350. (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:4686342)

13. ALP HALİME, **BABAOĞLU ALİ SAMET**, KARAKAYA MUSTAFA (2018). Traditional Bozkır Haşhaş Halvah and Production.. The 4th. International Symposium on "Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, 372-372. (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:4686082)

14. ÜNAL KÜBRA, **BABAOĞLU ALİ SAMET**, KARAKAYA MUSTAFA (2018). The benefits of nitrate and nitrite in Sucuk and pastırma.. The 4th. International Symposium on "Traditional Foods from Adriatic to Caucasus" 19-21 April 2018 Kyrenia, Northern Cyprus., 351-351. (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:4686013)

15. ACAR GAMZE, **BABAOĞLU ALİ SAMET**, ÜNAL KÜBRA, KARAKAYA MUSTAFA (2017). Effects of Olive Leaves on Shelf Life of Beef Patties.. 4th. Int. Conference and Industrial Exhibition on Dairy Science Park. (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:3867173)

16. Polat Neslihan, KARAKAYA MUSTAFA, **BABAOĞLU ALİ SAMET**, ÜNAL KÜBRA (2017). CHARACTERISTICS OF MEAT EMULSION SYSTEMS WITH BEEF REPLACED BY SOY PRODUCTS. 4th International Conference and Industrial Exhibition on Dairy Science Park (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:3670071)

17. ÜNAL KÜBRA, **BABAOĞLU ALİ SAMET**, KARAKAYA MUSTAFA (2017). The Effects of Kefir in Tenderizing Chicken and Turkey Breast Meat.. 4th.Int. Conference and Industrial Exhibition on Dairy Science Park (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:3867225)

18. Kuş Büşra Zeynep,KARAKAYA MUSTAFA,ÜNAL KÜBRA, **BABAOĞLU ALİ SAMET** (2017). Pastırma Üretiminde Et Kalitesinin Önemi. İç Anadolu Bölgesi 3. Tarım ve Gıda Kongresi (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:4059456)

19. **BABAOĞLU ALİ SAMET**, ÜNAL KÜBRA, KARAKAYA MUSTAFA (2017). Türkiye'de Ticari Olarak Satışa Sunulan Et ve Tavuk Bulyonların Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. İç Anadolu Bölgesi 3. Tarım ve Gıda Kongresi (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:4059383)

20. **BABAOĞLU ALİ SAMET**, ÜNAL KÜBRA, KARAKAYA MUSTAFA (2017). Türkiye'de Ticari Olarak Satışa Sunulan Et ve Tavuk Bulyonların Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi.. 3. İç Anadolu Bölgesi Tarım ve Gıda Kongresi (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:3867473)

21. KUŞ BÜŞRA ZEYNEP, **BABAOĞLU ALİ SAMET**, ÜNAL KÜBRA, KARAKAYA MUSTAFA (2017). Pastırma Üretiminde Et Kalitesinin Önemi.. 3. İç Anadolu Bölgesi Tarım ve Gıda Kongresi (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:3867380)

22. ÜNAL KÜBRA, **BABAOĞLU ALİ SAMET**, KARAKAYA MUSTAFA (2016). The Effect of Storage Time on Some Properties of Refrigerated and Deep Freezed Diet Sucuk. 2 INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENCEECOLOGY AND TECHNOLOGY(ICONSETE'2016), 577-582. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:3275611)

23. **BABAOĞLU ALİ SAMET**, ÜNAL KÜBRA, KARAKAYA MUSTAFA (2016). Effect of Vacuum Packaging on Lipid Oxidation and Color Properties of Sucuk During Refrigerated Storage. 2nd International Conference on Science Ecology and Technology, 583-589. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:3255670)

D. Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

1. ÖVEN DİLEK CEYDA, KARAKAYA MUSTAFA, ÜNAL KÜBRA, **BABAOĞLU ALİ SAMET** (2017). Determination of Same Physicochemical and Textural Properties of The Sucuk with Fat Content in Various Rates.. Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences., 31(3), 94-100. (Kontrol No: 3866775)