

**ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ SUCUKTA KEREVİZ
TOZU KULLANIMININ *LİSTERİA*
MONOCYTOGENES' İN DAVRANIŞINA ETKİSİ**

Nuriye ENGİN

Danışman: Prof. Dr. Mükerrerem KAYA

Yüksek Lisans Tezi

Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

2022

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ SUCUKTA KEREVİZ TOZU KULLANIMININ
LISTERIA MONOCYTOGENES' İN DAVRANIŞINA ETKİSİ**

(The Effect of Use of Celery Powder in Heat Treated Sucuk on the Behavior of *Listeria monocytogenes*)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nuriye ENGİN

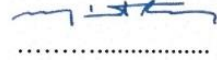
Danışman: Prof. Dr. Mükerrerem KAYA

Erzurum
Ağustos, 2022

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Nuriye ENGİN tarafından hazırlanan “**ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ SUCUKTA KEREVİZ TOZU KULLANIMININ LİSTERİA MONOCYTOGENES' İN DAVRANIŞINA ETKİSİ**” başlıklı çalışması 22/08 /2022 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gıda Mühendisliği Bilim Dalında, yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

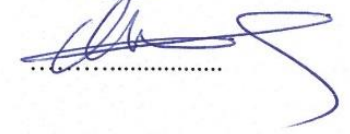
Jüri Başkanı: Prof.Dr.Muhammet ARICI
Yıldız Teknik Üniversitesi



Danışman: Prof.Dr.Mükerrem KAYA
Atatürk Üniversitesi



Jüri Üyesi: Doç.Dr. Emel ÖZ
Atatürk Üniversitesi



Enstitü Yönetim Kurulunun
....../.../.... tarih ve
sayılı kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Saltuk Buğrahan CEYHUN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma, Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) kapsamında desteklenmiştir.

Proje No: FYL-2020-8566

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Yüksek Lisans Tezi olarak Prof. Dr. Mükerrerem KAYA danışmanlığında sunulan “**İSİL İŞLEM GÖRMÜŞ SUCUKTA KEREVİZ TOZU KULLANIMININ LİSTERİA MONOCYTOGENES'İN DAVRANIŞINA ETKİSİ**” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	18	30
Kuramsal Temeller	9	30
Materyal ve Metot	32	35
Araştırma Bulguları ve Tartışma	17	20
Sonuçlar ve Öneriler	4	20
Tezin Geneli	21	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Nuriye ENGİN	Prof. Dr. Mükerrerem KAYA
22.8.2022	22.8.2022
İmza:	İmza:

* Tez ile ilgili YÖKTEZ'de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlanmasında ve yürütülmesinde beni destekleyen, üstün bilgi ve tecrübelerini aktaran Saygıdeğer Hocam Sayın Prof. Dr. Mükerrerem KAYA'ya minnettarlığımı bildirir, şükran ve teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ayrıca araştırmanın, tüm safhalarında yine bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Sayın Hocam Prof. Dr. Güzin KABAN'a ve uygulama aşamasında benden desteğini esirgemeyen Öğr. Gör. Zeynep Feyza YILMAZ ORAL ve Yağmur AKYOL'a teşekkürlerimi sunarım.

Her yaşımda her kararımda beni onaylayıp destek veren, annem ve babam Yasemin – Mahmut KÜÇÜKOĞLU'na, kardeşlerim Eren – Yiğithan KÜÇÜKOĞLU'na ve kıymetli eşim İbrahim Hakkı ENGİN' e teşekkür ederim.

Bu süreçte anneannesiyle kalmak zorunda olan hastalığında yanında olamadığım canım kızım Neslişah ENGİN' e ömrünün en güzel hediyesini adını buraya yazarak teşekkür etmek istiyorum.

Nuriye ENGİN

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ SUCUKTA KEREVİZ TOZU KULLANIMININ *LISTERIA MONOCYTOGENES*'İN DAVRANIŞINA ETKİSİ

Nuriye ENGİN

Danışman: Prof. Dr. Mükerrerem KAYA

Amaç: Bu araştırmada ısıtılmış işlem görmüş sucuk üretiminde alternatif kürlenme ajanı (biyodönüştürülmüş) olarak kereviz tozu kullanımının *Listeria monocytogenes*'in davranışına ve ürünün diğer bazı özelliklerine etkisi incelenmiştir.

Yöntem: Sentetik nitrit (150 mg/kg) ve 3 farklı doğal nitrit seviyesi (50, 100 ve 150 mg/kg) esas alınarak ısıtılmış işlem görmüş sucuk hazırlanmıştır. Yerel suşlar (*Latilactobacillus sakei* S15 ve *Staphylococcus xylosus* GM92) starter kültür olarak kullanılmıştır. Sucuk hamurları 10^5 kob/g düzeyinde *L.monocytogenes* ile kontamine edilmiştir. Fermantasyon (22 °C, 24 saat) ve ısıtılmış işlem (68 °C iç sıcaklık) sonra kurutma uygulanmıştır. Üretim süresince alınan örnekler mikrobiyolojik ve fizyokimyasal analizlere tabi tutulmuştur.

Bulgular: Isıtılmış işlem görmüş sucukta kereviz tozu kullanımı pH değerinde az bir artışa neden olmuştur. Bununla birlikte fermantasyon aşamasında *L.monocytogenes* sayısında hem sentetik nitrit hem de doğal nitrit içeren örneklerde önemli bir değişim olmamıştır. Isıtılmış işlem uygulaması *L.monocytogenes* sayısında 5 logaritmik birimlik bir redüksiyona neden olmuştur. Kereviz tozu kullanımının su aktivitesi üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır. Kereviz tozu a* değerini düşürürken L* değeri üzerinde önemli bir etki göstermemiştir. En düşük kalıntı nitrit seviyesi 50 mg/kg doğal nitrit seviyesinde tespit edilmiştir. Fermantasyon aşamasında laktik asit bakterileri ve *Micrococcus/Staphylococcus* üzerinde kereviz tozu kullanımının önemli bir etkisi görülmemiştir. Kurutmadan sonra Enterobacteriaceae ile maya ve küf sayısı tüm muamelelerde saptanabilir sınırın altında bulunmuştur.

Sonuç: Isıtılmış işlem görmüş sucukta starter kültür kullanılması durumunda 50 mg/kg doğal nitrit seviyesinde dahi fermantasyon aşamasında *L.monocytogenes*'in sayısında önemli bir değişim olmamıştır. Bununla birlikte kereviz tozunun ürünün duyu özelliklerine etkisine yönelik çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: *Listeria monocytogenes*, nitrit, kereviz tozu, ısıtılmış işlem görmüş sucuk, kalıntı nitrit

Ağustos 2022, 59 sayfa

ABSTRACT

MASTER THESIS

THE EFFECT OF USE OF CELERY POWDER IN HEAT TREATED SUCUK ON THE BEHAVIOR OF LISTERIA MONOCYTOGENES

Nuriye ENGİN

Supervisor: Prof. Dr. M kerrem KAYA

Aim: In this study, the effect of using celery powder (bio-converted) as an alternative curing agent in the production of heat-treated sucuk on the behavior of *Listeria monocytogenes* and some other properties of the product was investigated.

Method: Heat treated sucuk was prepared based on synthetic nitrite (150 mg/kg) and 3 different natural nitrite levels (50, 100 and 150 mg/kg). Autochthonous strains (*Latilactobacillus sakei* S15 and *Staphylococcus xylosus* GM92) were used as starter cultures. Sucuk butters were contaminated with *L.monocytogenes* at the level of 10^5 cfu/g. After fermentation (24 hours at 22  C) and heat treatment (68  C internal temperature) drying was applied. Samples taken during production were subjected to microbiological and physicochemical analyzes.

Results: The using celery powder in heat-treated sucuk caused a slight increase in pH. However, there was no significant change in the number of *L.monocytogenes* during fermentation in samples containing both synthetic nitrite and natural nitrite. Heat treatment caused a reduction of 5 logarithmic units in the number of *L.monocytogenes*. The use of celery powder had no significant effect on water activity. While celery powder reduced the a^* value, it had no significant effect on the L^* value. The lowest residual nitrite level was found at 50 mg/kg natural nitrite level. There was no significant effect of using celery powder on lactic acid bacteria and *Micrococcus/Staphylococcus* during the fermentation stage. After drying, Enterobacteriaceae and yeast and mold counts were below the detectable limit for all treatments.

Conclusion: When using starter culture in heat-treated sucuk, even at 50 mg/kg natural nitrite level, there was no significant change in the number of *L.monocytogenes* during the fermentation stage. However, there is a need for studies on the effect of celery powder on the sensory properties of the product.

Keywords: *Listeria monocytogenes*, nitrite, celery powder, heat treated sucuk, residual nitrite

August 2022, 59 sayfa

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
GİRİŞ.....	1
KURAMSAL TEMELLER.....	6
MATERAL ve YÖNTEM.....	13
Materyal	13
Yöntem.....	13
Isıl işlem görmüş sucuk üretimi	13
Örneklerin alınması ve analizlere hazırlanması	14
Analizler.....	14
Fiziko-kimyasal analizler	14
Mikrobiyolojik analiz yöntemleri	16
İstatistiki analizler	17
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	18
Isıl İşlem Görmüş Sucuk Örneklerinin pH Değerleri	18
Isıl İşlem Görmüş Sucuk Örneklerinin Su Aktivitesi Değerleri	21
Isıl İşlem Görmüş Sucuk Örneklerinin Kalıntı Nitrit Değerleri.....	23
Isıl İşlem Görmüş Sucuk Örneklerinin Renk Değerleri	24
Isıl İşlem Görmüş Sucuk Örneklerinin <i>Listeria monocytogenes</i> Sayıları.....	28
Isıl İşlem Görmüş Sucuk Örneklerinin Laktik Asit Bakteri Sayıları	32
Isıl İşlem Görmüş Sucuk Örneklerinin <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> Sayıları	33
Isıl İşlem Görmüş Sucuk Örneklerinin Enterobacteriaceae Sayıları.....	35
Isıl İşlem Görmüş Sucuk Örneklerinin Maya ve Küf Sayıları	36
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	37
KAYNAKLAR.....	41
ÖZGEÇMİŞ.....	47

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarında Üretim Süresince Belirlenen pH Değerleri	18
Tablo 2. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının pH Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	19
Tablo 3. Sentetik Nitrit ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit İçeren Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının pH Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	19
Tablo 4. Isıl İşlem Görmüş Sucuklarda Üretim Aşamalarında Belirlenen pH Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları ($P<0,05$)	21
Tablo 5. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarında Üretim Süresince Belirlenen a_w Değerleri	21
Tablo 6. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının a_w Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	22
Tablo 7. Sentetik Nitrit ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit İçeren Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının a_w Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	23
Tablo 8. Isıl İşlem Görmüş Sucuklarda Üretim Aşamalarında Belirlenen a_w Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	23
Tablo 9. Sentetik Nitrit ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit İçeren Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarında Kurutmadan Sonra Belirlenen Kalıntı Nitrit Seviyeleri	23
Tablo 10. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının Kalıntı Nitrit Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	24
Tablo 11. Sentetik Nitrit ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit İçeren Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının Kalıntı Nitrit Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	24
Tablo 12. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarında Üretim Süresince Belirlenen L^* , a^* ve b^* Değerleri.....	25
Tablo 13. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının L^* Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	26

Tablo 14. Sentetik Nitrit ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit İçeren Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının L* Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	26
Tablo 15. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının a* Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	27
Tablo 16. Sentetik Nitrit ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit İçeren Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının a* Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	27
Tablo 17. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının b* Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	27
Tablo 18. Sentetik Nitrit ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit İçeren Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının b* Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	28
Tablo 19. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarında Üretim Süresince Belirlenen <i>Listeria monocytogenes</i> Sayıları (log kob/g)	29
Tablo 20. Sentetik Nitrit ve Kereviz Tozu Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucukların Üretim Aşamalarında Belirlenen <i>L.monocytogenes</i> Sayılarına Ait Ortalamalar.....	30
Tablo 21. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarında Üretim Süresince Belirlenen Laktik Asit Bakteri Sayıları	32
Tablo 22. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarında Üretim Süresince Belirlenen <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> Sayıları (log kob/g).....	34
Tablo 23. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarında Üretim Süresince Belirlenen <i>Enterobacteriaceae</i> Sayıları (log kob/g)	36
Tablo 24. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarında Üretim Süresince Belirlenen Maya ve Küf Sayıları (log kob/g).....	36

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Isıl İşlem görmüş sucuklarda sentetik nitrit ve kereviz tozu kullanılarak üretilen ısıt işlem görmüş sucukta laktik asit bakterileri sayısında üretim aşamalarında belirlenen değişimler	33
Şekil 2. Isıl İşlem görmüş sucuklarda sentetik nitrit ve kereviz tozu kullanılarak üretilen ısıt işlem görmüş sucukta <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayısında üretim aşamalarında belirlenen değişimler	35

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

a_w	Su Aktivitesi
%	Yüzde
dak	Dakika
°C	Santigrat Derece
g	Gram
kg	Kilogram
kob	Koloni Oluşturan Birim
log	Logaritma
ml	Mililitre
mg	Miligram
NDMA	Nitrozodimetilamin
NPYR	Nitrozopirolidin
NPIP	Nitrozopiperidin
NDEA	Nitrozodietilamin
NDBA	Nitrozodibutilamin
NMOR	Nitrozomorfolin

GİRİŞ

Listeria monocytogenes doğada yaygın olarak bulunan, dondurma, soğutma ve kurutma gibi koşullarda dahi canlılığını sürdürebilen psikrotrof karakterde patojen bir mikroorganizmadır. Bu mikroorganizma toprak, çürümüş bitkiler, su ve gübre gibi kaynaklardan izole edilebilmektedir. Ayrıca *L.monocytogenes* çiğ ve tüketime hazır pek çok gıdada ve gıdaların hazırlandığı ortamlarda bulunabilmektedir (Koçan ve Halkman, 2006). Bu mikroorganizmanın insan patojeni olduğu 1950 yılında görülen sporadik vakalar sonucunda anlaşılmıştır (Özçelik 1994). 1980’li yıllarda pek çok ülkede görülen epidemiyolojik vakalar sonucunda bu mikroorganizma gıda kaynaklı patojen bir mikroorganizma olarak dikkat çekmiş ve bu mikroorganizmanın gıdalarda aranması ve davranışına yönelik çalışmalar hız kazanmıştır (Koçan ve Halkman, 2006).

L. monocytogenes’in neden olduğu çeşitli sendromlar listeriosis olarak adlandırılmaktadır. Bu mikroorganizma menenjit, karaciğer apsesi, beyin iltihaplanması, endokardit, sepsis ve hamilelerde ölü doğum ya da düşüğe neden olmaktadır. En önemli bulaşma kaynağının kontamine gıdalar olduğu bildirilmektedir (Koçan ve Halkman 2006). Listeriosis vakalarında ölüm oranı hassas bireylerde %30'lara kadar çıkabildiğinden *L. monocytogenes* hem üreticiler hem de tüketiciler için önemli bir endişe kaynağıdır (Özçelik 1994; Koçan ve Halkman, 2006; Yavuz ve Korukluoğlu, 2010). Sağlıklı bireylerde *L. monocytogenes* önemli bir hastalık belirtisi göstermezken, yenidoğan bebekler, çocuklar, yaşlılar, gebeler, kronik hastalıkları sebebiyle sürekli ilaç kullanmak zorunda olan ve immün sistemi düşük bireylerde belirli semptomlara sebep olmaktadır (Özçelik 1994).

Listeria cinsinde *L. aquatica*, *L. booriae*, *L. cornellensis*, *L. costaricensis*, *L. goaensis*, *L. fleischmannii*, *L. floridensis*, *L. grandensis*, *L. grayi*, *L. innocua*, *L. ivanovii*, *L. marthii*, *L. monocytogenes*, *L. newyorkensis*, *L. riparia*, *L. rocourtiae*, *L. seeligeri*, *L. thailandensis*, *L. valentina*, *L. weihenstephanensis*, and *L. welshimeri* olmak üzere 21 tür yer almaktadır (Daniel Weller et al. 2015; Swapnil et al. 2018; Leclercq et al. 2019). Bu türlerden *L.monocytogenes* insanlar için patojen özellik göstermektedir. Yemler *L. monocytogenes* için önemli bir kontaminasyon kaynağıdır (Zhu et al. 2005). Kontamine yem ve su ile enfekte olmuş hayvanlardan *L. monocytogenes*’in etrafa yayılması, toprak ve tarla kontaminasyonu ve tarladan elde edilen yeşil yemlerin kontaminasyonuna, buradan da et ve süt hayvanlarına geçmesi şeklinde bir döngü göstermektedir. Döngü devam ederken kontamine gıdalar aracılığı

ile bakterinin insanlara geçişi mümkün olmaktadır (Koçan ve Halkman, 2006; Yavuz ve Korukluoğlu, 2010; Ferreira *et al.* 2014).

L. monocytogenes, Gram pozitif, psikrotrofik, spor oluşturmayan, kısa yuvarlak çubuk şekilli veya kokobasil, fakültatif anaerob, gıda kaynaklı patojen bir mikroorganizmadır (Ferreira *et al.* 2014; Zhu *et al.* 2005; Koçan ve Halkman, 2006; Kaya 1992). Glikoz, ramnoz, maltoz, mannoz, früktoz gibi karbonhidratlardan asit oluşturabilen *L. monocytogenes*, gaz oluşturmamakta, hemolitik aktivite göstermekte ve kanlı agarda ̢-hemolize neden olmaktadır (Farber and Peterkin, 1991; Koçan ve Halkman, 2006). Katalaz pozitif olan bu gıda kaynaklı patojen bakterinin indol, oksidaz ve üre reaksiyonları ise negatiftir (Koçan ve Halkman, 2006). Bu mikroorganizma doğada çeşitli bitkiler, toprak, akarsu, bataklık ve atık su kanalları, hayvan yemleri ile insan ve hayvan dışkılarında yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Çiğ et ve tüketime hazır et ürünleri, kanatlı etleri, süt ürünleri, deniz ürünleri, sebzeler, yetersiz ısı işlem uygulanmış gıdalar ile çeşitli gıda işleme ve üretim tesislerinde de *L. monocytogenes* yaygın olarak bulunmaktadır (zelik 1994; Zhu *et al.* 2005).

L. monocytogenes 'in optimum gelişme sıcaklığı 35 - 37°C arasındadır. Bununla birlikte bu mikroorganizma 1- 45°C arasında da gelişim gösterebilmektedir (Yavuz ve Korukluoğlu, 2010; Zhu *et al.* 2005). *L. monocytogenes* 'in işlenmiş et rnlerinde 4,4 °C'de de gelişebileceğini bildirilmektedir (Glass and Doyle, 1989). Bu mikroorganizma gıda işletmelerinde soğuk şartlarda da canlılığını sürdürebilmekte ve hijyenik ve teknolojik kurallara uyulmadığı takdirde son ürüne kadar taşınabilmektedir (Ferreira *et al.* 2014).

Psikrotrof karakter gösteren *L. monocytogenes*, nemli ortamlarda birkaç ay, kuru ve tuzlu ortamlarda ise iki yıla kadar canlılığını sürdürebilmektedir (Yavuz ve Korukluoğlu, 2010). İnsan sağlığı açısından son derece tehlikeli gıda kaynaklı bu patojen mikroorganizma dondurma, soğutma ve kurutma gibi gıda muhafaza teknikleri uygulanan proseslerde dahi canlılığını sürdürebilmektedir (Koçan ve Halkman, 2006).

L. monocytogenes 'in diğer önemli bir özelliği 4.1-9.6 gibi geniş bir pH aralığında gelişebilmesidir. Bu mikroorganizmanın optimum gelişme pH aralığı ise 6.0-8.0 arasında değişmektedir (Yavuz ve Korukluoğlu, 2010). Diğer taraftan bu mikroorganizmanın pH 5'in altında gelişiminin zayıf olduğu veya hiç gelişemediği bildirilmektedir (Zhu *et al.* 2005). Genelde sıcak kanlı hayvanlar için hücre içi patojen olarak bilinen *L. monocytogenes* 'in konakçı hücre dışında 4,7-9,2 pH aralığında da gelişebildiği ifade edilmektedir (Ferreira *et al.* 2014). Halotolerant bir mikroorganizma olduğundan, yüksek tuz konsantrasyonlarına (NaCl %10-12) karşı dirençli olan *L. monocytogenes* 'in gelişebildiği minimum su aktivitesi 0,920 (NaCl kullanılarak) olarak belirtilmektedir (Koçan ve Halkman, 2006).

L.monocytogenes kesimden hammaddeye oradan işletme ekipmanlarına veya ortamına kontamine olup uygun koşullar varlığında son ürüne kadar taşınabilmektedir (Çolak *et al.* 2007; Ferreira *et al.* 2014; Awaiwanont *et al.* 2015). Nitekim bu patojen mikroorganizma kaynaklı birçok salgında bu mikroorganizma ile kontamine olmuş tüketime hazır gıdaların önemli rol oynadığı belirtilmektedir (Ferreira *et al.* 2014).

Et ürünlerinde *L.monocytogenes*'in kontrolünde nitrit önemli bir antimikrobiyal ajan olarak rol oynamaktadır (Sebranek 2009; Gassara *et al.* 2016; Yılmaz Oral vd 2021). Et endüstrisinde ürün tipine ve işleme koşullarına bağlı olarak kürleme işleminde nitrit ve/veya nitrat kullanılmaktadır (Yıldız Turp ve Sucu, 2016; Candan ve Bağdatlı, 2018; Kaya ve Kaban, 2019). Ancak nitrat kullanılan et ürünlerinde nitratin fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için öncelikle nitrite dönüşmesi gerekmektedir (Alahakoon *et al.* 2015). Kısa süre olgunlaştırılan fermente sosisler ile Mettwurst gibi yüksek nemli sosislerde *L.monocytogenes*'in kontrolünde nitrit önemli bir engel etkindir (Leroy and Vuyst, 2009; Yılmaz Oral vd 2021). Nitrit, nitrat ile birlikte fermente sosislerde *L.monocytogenes* sayısında daha fazla bir redüksiyona sebep olabilmektedir (Junttila *et al.* 1989) Ayrıca starter kültür ilave edilen ürünlerde başlangıç nitrit seviyesi arttıkça *L.monocytogenes*'in redüksiyon oranı artmaktadır (Kaya ve Gökalp, 2004a).

Nitrit antimikrobiyal aktivitesinin yanı sıra et ürünlerinde renk oluşumu ve stabilitesi, antioksidan aktivite ve kür lezzetinin oluşumunda da önemli rol oynamaktadır. Bununla birlikte nitrit nitrozamin oluşumundaki rolü nedeniyle sıklıkla gündeme gelmektedir. Nitrozaminler kür edilmiş et ürünlerinde genellikle bir nitrozasyon ajanı ile sekonder amin arasında gerçekleşen reaksiyon sonucunda oluşmaktadır. N-nitrozo bileşikler grubunda yer alan nitrozaminler uçucu ve uçucu olmayan nitrozaminler olmak üzere 2 grup altında toplanmaktadır. Et ürünlerinde NDMA (Nitrozodimetilamin), NPYR (Nitrozopirolidin), NPIP (Nitrozopiperidin), NDEA (Nitrozodietilamin), NDBA (Nitrozodibutilamin), NMOR (Nitrozomorfolin) gibi nitrozaminlere sıklıkla rastlanmaktadır (De Mey *et al.* 2017; Sallan *et al.* 2019; Yılmaz Oral vd 2021). Fermente sosislerin üretiminde fermentasyon ve kurutma sırasında gerçekleşen reaksiyonlar sonucunda nitrozamin öncül maddeleri oluşabilmektedir (De Mey *et al.* 2017). Et ürünlerinde nitrozamin seviyesi ürün tipine bağlı olarak geniş bir varyasyon göstermektedir. Sucuk, ısıl işlem görmüş sucuk, salami, Rohwurst, cervelat, pepperoni ve chorizo gibi fermente sosislerde nitrozamin seviyesi tespit edilebilir limitin altında olabildiği gibi çok yüksek seviyelere de ulaşabilmektedir (Ellen *et al.* 1986; Pirinçci vd 1986; Gavinelli *et al.* 1988; Mavelle *et al.* 1991; Özdemir *et al.* 1984; Yurchenko and Mölder, 2007; De Mey *et al.* 2014; Herrmann *et al.* 2015; Sallan *et al.* 2019; Sallan *et al.* 2020; Kaban *et al.* 2022). Diğer taraftan sucuk ve ısıl işlem

görmüş sucuğa tüketimden önce uygulanan pişirme işleminin bu ürünlerde nitrozamin oluşumunu önemli ölçüde artırmaktadır (Sallan *et al.* 2019; Sallan *et al.* 2020).

Nitritin insan sağlığı açısından risk oluşturmamasından dolayı uzun zamandan beri kereviz, pazı, ıspanak, turp ve marul gibi sebzelerin kürlenme ajanı olarak kullanımı sıklıkla gündeme gelmektedir. Bu doğal alternatifler arasında kereviz tozu veya kereviz suyu tozu ön plana çıkmaktadır (Jo *et al.* 2020; Sindelar *et al.* 2007; Horsch *et al.* 2014). Kereviz tozu veya kereviz suyu tozunun et ürünlerinin lezzetinde değişime neden olmadığından daha fazla tercih edildiği de bildirilmektedir (Alahakoon *et al.* 2015; Yıldız Turp ve Sucu, 2016). Sebze kaynaklı katkıların et ürünlerinde kullanılmasına yönelik yürütülen araştırmalarda bu katkıların ürün özelliklerine etkileri detaylı bir şekilde incelenmiştir (Sindelar *et al.* 2007; Yıldız Turp *et al.* 2010; Riel *et al.* 2017; Sucu ve Yıldız Turp, 2018; Kim *et al.* 2019; Martinez *et al.* 2019). Alternatif nitrat ve nitrit kaynaklarının işlenmiş et ürünlerinde gıda kaynaklı patojenlere etkilerine yönelik araştırmalar da yürütülmüştür (Sullivan *et al.* 2012; Myers *et al.* 2013; Horsch *et al.* 2014; Golden *et al.* 2014; King *et al.* 2015). Ülkemizde yaygın bir şekilde üretilen ısıtılmış işlem görmüş sucukta alternatif kürlenme ajanı kullanımına yönelik araştırma sayısı oldukça sınırlıdır (Öztürk Kerimoğlu and Serdaroğlu, 2020; Işıksal 2021). Isıtılmış işlem görmüş sucukta sebze ekstraktlarının *L.monocytogenes*'in davranışına yönelik ise literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Isıtılmış işlem görmüş sucukta fermentasyon, ısıtılmış işlem ve kurutma olmak üzere üç ana işlem basamağı bulunmaktadır. Bu ürün Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliğinde büyükbaş ve/veya küçükbaş hayvan karkas etlerinin ve yağlarının veya kanatlı hayvan karkas etleri ve yağlarının kıyılarak lezzet vericiler ile karıştırıldıktan sonra doğal veya yapay kılıflara doldurularak belirli koşullarda fermentasyon ve kurutma işlemleri uygulanarak kesit yüzeyi mozaik görünümünde olan ısıtılmış işlem uygulanmış et ürünü olarak tanımlanmaktadır. Üründe pH değeri 5,6 veya altında, nem/protein oranı ise 3,6'nın altında olması gerekmektedir (Anonim 2019). Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde bu ürünün formülasyonuna kürlenme ajanı olarak nitrit ilave edilmesine müsaade edilmekte ve kullanım oranı 150 mg/kg ile sınırlandırılmaktadır (Anonim 2013). Sucuk, ısıtılmış işlem görmüş ve benzeri kuru ve yarı kuru fermente sosislerde fermentasyon aşaması gıda kaynaklı patojenler açısından oldukça önem arz etmektedir. Başlangıç pH değeri, fermentasyon sıcaklığı, redoks potansiyeli, rekabet edici mikrobiyotanın yanı sıra kullanılan kürlenme ajanının tipi ve miktarı da önemli bir etkidir (Kaya ve Kaban, 2019). Isıtılmış işlem görmüş sucukta diğer bir engel etken fermentasyon aşamasından sonra uygulanan ısıtılmış işlem basamağıdır. Isıtılmış işlem uygulamasında 55 °C ile 70 °C arasında değişen iç sıcaklık uygulamaları

söz konusu olmakla birlikte genellikle bu ürün iç sıcaklık 60-68°C olacak şekilde bir ısıtım işlem prosesine tabi tutulmaktadır (Vural 1998; Soyutemiz vd 2001; Toptancı 2007; Ercoşkun *et al.* 2010; Çakır *et al.* 2013). *L. monocytogenes* spor oluşturmeyen diğer gıda kaynaklı patojenlere göre ısıtım uygulamalarına karşı daha fazla dayanıklılık gösterebilmektedir (Linton *et al.* 1992). Nitekim ısıtım işlem görmüş sucuk üzerinde yapılan bir çalışmada yüksek inokülasyon seviyesinde (10^5 - 10^6 kob/g) 63°C'de 30 dakika iç sıcaklık uygulamasının *L.monocytogenes*'in tamamen inaktivasyonu için yeterli olmadığı ve bu gıda kaynaklı patojen mikroorganizmanın canlılığını sürdürdüğü rapor edilmiştir (Soyutemiz vd 2001). Bu nedenle ısıtım işlem görmüş sucukta fermentasyon aşamasında *L.monocytogenes*'in gelişiminin engellenmesi büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada ısıtım işlem görmüş sucuk üretiminde kütleme ajanı olarak nitratı nitrite dönüştürülmüş kereviz tozunun alternatif kütleme ajanı olarak kullanımının *L.monocytogenes*'in davranışına ve ürünün diğer özelliklerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca sucuk üretiminde uygulanan ısıtım işlem koşullarının *L.monocytogenes*'in redüksiyonuna etkisinin belirlenmesi de amaçlanmıştır. Ticari kereviz tozu (nitratı nitrite dönüştürülmüş) kullanılarak 3 farklı seviyede nitrit içeren (50 ppm, 100 ppm ve 150 ppm) ısıtım işlem görmüş sucuk hamurları hazırlanmıştır. Ayrıca kontrol grubu olarak sentetik nitrit kullanılmıştır (150 ppm). Her bir sucuk hamuru *L.monocytogenes* ile 10^5 kob/g düzeyinde kontamine edilmiştir. Üretim aşamalarında her bir gruba ait örneklerde *L.monocytogenes*'in yanı sıra diğer mikrobiyolojik sayımlar ve bazı fiziko-kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel analizlere tabi tutularak değerlendirilmiş ve böylelikle ısıtım işlem görmüş sucukta kereviz tozunun alternatif bir nitrit kaynağı olarak kullanılmasının *L.monocytogenes*'in davranışı ile ürünün diğer bazı mikrobiyolojik özellikleri ve fiziko-kimyasal karakteristiklerine etkisi ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca uygulanan ısıtım işleminin *L.monocytogenes*'in inaktivasyonuna etkisi de belirlenmiştir.

KURAMSAL TEMELLER

Kür edilmiş et ürünlerinde nitrozamin oluşum riskinden dolayı nitrat ve nitrite alternatif doğal katkıların kullanılmasına yönelik araştırmalar özellikle son yıllarda büyük bir artış göstermiştir. Bunun için nitratça zengin kereviz, ıspanak, turp ve marul gibi sebzelerin kullanımının bir alternatif olabileceği bildirilmektedir. Bu sebzeler arasında kereviz tozu veya kereviz suyu tozunun işlenmiş et ürünlerinin lezzeti üzerinde herhangi bir olumsuz etkisinin olmaması nedeniyle doğal nitrat kaynağı olarak daha çok tercih edildiği vurgulanmaktadır (Sindelar *et al.* 2007; Sebranek and Bacus, 2007; Yıldız Turp vd 2010; Horsch *et al.* 2014; Alahakoon *et al.* 2015).

Sullivan *et al.* (2012) tarafından jambon üzerinde yürütülen bir çalışmada kereviz suyu tozu (nitrat), bio-dönüştürülmüş kereviz suyu tozu (nitrit) ve ticari antimikrobiyal maddelerin *L.monocytogenes*'in redüksiyonu ve ürünün fiziko-kimyasal özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Analizler sonucunda doğal kürlenme ajanları ve antimikrobiyal uygulamalar ile geleneksel kürlenme yöntemi arasında *L.monocytogenes*'in inhibisyonu ve fizikokimyasal özellikleri açısından önemli farklılıkların olmadığı saptanmıştır.

Nitrit tüketime hazır et ürünlerinde *L.monocytogenes*'in inhibisyonu açısından önemli bir engel etken olarak görülmektedir. Başlangıç nitrit seviyesinin artırılması bu gıda kaynaklı patojenin lag fazının uzamasına ve dolayısıyla gelişme hızının düşmesine neden olmaktadır. Tüketime hazır et ürünlerinde uygulanan ısı işlem koşullarında *L.monocytogenes* inaktive edilebilmekte ancak üretimden sonraki kontaminasyonlar sonucunda bu ürünler insan sağlığı açısından büyük risk oluşturabilmektedir (Schmidt and Kaya, 1990; Kaban *et al.* 2010). Myers *et al.* (2013) tarafından dilimlenmiş jambon üzerinde yürütülen bir çalışmada sentetik nitrit ve sebze suyu tozu kaynaklı nitrit uygulamaları arasında *L.monocytogenes*'in davranışı açısından önemli bir farklılığın görülmediği rapor edilmiştir.

Kür edilmiş pişirilmiş hindi eti üzerinde yürütülen bir çalışmada *L.monocytogenes*'in gelişimi üzerine nitratı nitrite dönüştürülmüş sebze tozu kullanımının (80 mg/kg nitrit) etkisi incelenmiş ve bu uygulama ile kür edilen üründe 4 °C'de 12 hafta boyunca patojenin gelişiminin inhibe edildiği ve geleneksel uygulamanın da benzer sonuçlar verdiği rapor edilmiştir. Ayrıca çalışmada bu tip et ürünlerinde gıda güvenliği açısından kürlenme ajanının kaynağından ziyade seviyesinin önemli olduğu vurgulanmış ve bu doğal uygulamalarda sebze

tozunun ürüne yeterli seviyede ilave edilmesi gerektiği özellikle bildirilmiştir (Golden *et al.* 2014).

Sıvı besiyeri ve dilimlenmiş jambonlarda nitrit ve pH'nın *L.monocytogenes*'in gelişimine etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada her iki ortamda da kereviz suyu kullanımının pH değerinde artışa neden olduğu, sıvı besiyerinde 100 mg/kg nitrit seviyesinde kereviz ile yapılan kürlemenin sentetik nitritle yapılan kürlemeye göre daha az etki gösterdiği, jambonda ise kereviz kaynaklı nitritin 100 ve 200 mg/kg seviyelerinin sentetik nitritin aynı seviyeleri ile benzer sonuçlar verdiği rapor edilmiştir (Horsch *et al.* 2014).

Mortedalla tipi salamda farklı oranlarda maydanoz ekstraktı tozu kullanımının (1,07, 2,14 ve 4,29 g/kg salam hamuru) *L.monocytogenes*'in gelişimine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada maydanoz ekstraktı tozunun 4.29 g/kg düzeyinde kullanılması durumunda 28 günlük soğukta muhafaza süresince diğer dozlara göre *L.monocytogenes*'in daha yavaş bir gelişme gösterdiği ortaya konulmuştur (Riel *et al.* 2017).

Yıldız Turp vd (2010) sucuk formülasyonunda kereviz tozu kullanımının (%0,2, %0,3 veya %0,4) ürün özelliklerine etkisini olgunlaştırma ve soğukta muhafaza sırasında incelemişlerdir. Araştırmacılar analizler sonucunda kereviz tozu seviyesinin artırılmasının oksidasyonu önlemediğini, %0,2 ve %0,3 seviyelerinin ürünün dış yüzey görünümü üzerinde olumlu etkisinin olduğunu, duyuşal parametreler bakımından ürünler arasında önemli farklılıkların görülmediğini bildirmişlerdir.

Nitrit kaynağı olarak kereviz tozunun hindi göğsünden hazırlanan ürünlerde *L.monocytogenes* ve *Clostridium perfringens*'in gelişimini engellediği ve kereviz tozu ve sodyum nitritin benzer antimikrobiyal aktivite gösterdiği rapor edilmiştir (Golden *et al.* 2014; King *et al.* 2015).

Sebze tozlarının kür edilmiş et ürünlerinde nitrat/nitrit kaynağı olarak kullanılmasında diğer önemli husus bu doğal maddelerin et ürünlerinin duyuşal özelliklerine etkileridir. Bu kapsamda yürütülen çalışmalarda duyuşal analizlerle bu etkiler ortaya çıkarılmıştır (Ruiz-Capiillas *et al.* 2015; Sucu ve Yıldız Turp, 2018; Kim *et al.* 2019).

Xi *et al.* (2011) tarafından Frankfurter tipi sosislerde doğal kürleme ajanı olarak kızılçık tozunun *L.monocytogenes*'in gelişimine etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bir model çalışmada 80:20 domuz eti, %10 su, %2 tuz ve 150 veya 50 mg/kg nitrit formülasyonu esas alınmış ve analizler gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda kızılçık tozunun %1, 2 ve 3 seviyelerinin kontrol grubuna kıyasla 2-4 logaritmik birim daha az bir gelişmeye neden olduğu rapor edilmiştir.

Kürlenmiş pişirilmiş domuz eti üzerinde yapılan bir çalışmada pazı tozunun nitrit kaynağı olarak kullanımının ürün özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Pazı tozuna kullanılmadan önce *Staphylococcus carnosus* inoküle edilmiş ve nitratın nitrite indirgenmesi sağlanmıştır. Ürünün hazırlanmasında yaş kürleme ve tumbling işlemi uygulanmış ve son aşamada 75 °C'lik bir iç sıcaklık esas alınarak ısıtma işlemi uygulanmıştır. Analizler sonucunda pazı tozunun miktarı arttıkça ürünün pH değerinin düştüğü, tüm muamele gruplarında pişirme kaybının benzer oranlarda olduğu, duyu değerlendirmede tüm gruplar arasında tat, çiğnenebilirlik, sululuk ve genel kabul edilebilirlik açısından önemli farklılıkların olmadığı ancak pazısı tozu konsantrasyonu arttıkça duyu renk puanlarının arttığı tespit edilmiş ve pazı tozunun nitrit yerine doğal kürleme ajanı olarak kullanılabileceği kanaatine varılmıştır (Kim *et al.* 2019).

Sucu ve Yıldız Turp (2021) tarafından pancar tozu kullanılarak üretilen kuru fermente bir sosis çeşidi olan sucuğun 4°C'de 84 gün depolanması sırasında ürünün bazı kalite özelliklerine etkisini incelemek amacıyla yapılan bir çalışmada, dört farklı sucuk hamuru (150 ppm sodyum nitrit, 100 ppm sodyum nitrit + % 0,12 pancar tozu, 50 ppm sodyum nitrit + %0,24 pancar tozu, %0,35 pancar tozu) hazırlanmıştır. Araştırmada pazı tozu ilave edilerek üretilen sucuklarda a* değerinin arttığı ve depolama sırasında istenilen kırmızı rengin korunduğu, depolama sonunda gruplar arasında kalıntı nitrit değerleri açısından önemli farklılığın olmadığı, laktik asit bakteri sayısının %0,35 pazı tozu kullanılarak üretilen sucuk gruplarında en yüksek değere ulaştığı, TBARS değerleri dikkate alındığında 50 ppm sodyum nitrit + %0,24 pancar tozu ve %0,35 pancar tozu kullanılarak üretilen gruplar için önerilen depolama süresinin 56 gün olduğu tespit edilmiştir.

Asya tipi hot dogs üzerinde yürütülen bir çalışmada nitritsiz ürün üretmek amacıyla farklı ingredientlerin (annatto, kırmızı, portakal diyet lifi, E ve C vitaminleri, laktat ve kereviz) kombinasyonları kullanılmış ve bu kombinasyonların renk, lipid oksidasyonu ve mikrobiyolojik özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Sentetik nitrit kullanılarak üretilen kontrol grubunun (120 ppm) , diğer gruplara göre daha yüksek kalıntı nitrit değeri verdiği, formülasyonlar arasında yağ ve su bağlama özellikleri açısından önemli farklılıkların olmadığı, kontrol grubu örneklerin en yüksek L* ve a* değerine sahip olduğu, en düşük a* değerinin annatto içeren gruplarda ölçüldüğü, gruplar arasında lipid oksidasyonu açısından önemli farklılıkların görülmediği, karmin kullanılarak üretilen sosisler annatto kullanılarak üretilen sosislerden karminin stabil renk oluşturmamasından dolayı kabul edilebilirlik açısından daha yüksek puanlar aldığı rapor edilmiştir (Ruiz-Capiillas *et al.* 2015).

Geleneksel bir Türk et ürünü olan sucuk üzerinde yapılan bir çalışmada dereotu, ıspanak, maydanoz ve pazı tozlarının doğal kürleme ajanı olarak kullanılabilecek imkanları

incelenmiş ve depolama süresince ürün karakteristiklerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Araştırmada kontrol grubu olarak hem nitrat hem de nitrit kullanılmıştır. Analizler sonucunda pazı tozu ile kür edilmiş sucuk örneklerinin en düşük pH değerini verdiğini, kalıntı nitrat açısından en yüksek değerlerin nitrit ile kür edilen kontrol grubu ile maydanoz ve dereotu gruplarında belirlendiği, depolamanın doksanıncı gününde ıspanak ile kür edilen sucuk örneklerinin en düşük TBA değerlerini gösterdiği, dereotu ile kürlenmiş örneklerde lipid oksidasyonunun cereyan ettiği, kırmızı renk yoğunluğunu ifade eden a^* değerinin nitrit ile kür edilen grupta daha yüksek düzeyde olduğu ve bunu pazı grubunun takip ettiği, sebze tozları ile yapılan doğal kürlenmenin dış yapışkanlık değerini düşürdüğü, çiğnenebilirliği iyileştirdiği, depolama sırasında maya-küf ve koliform grubu bakteri sayılarında artış olmadığı, pişirilmiş sucuk örnekleri üzerinde yürütülen duyu analizde pazı tozu içeren örneklerin daha yüksek puanlarla değerlendirildiği bildirilmiştir. Araştırmada sonuç olarak da sucuk üretiminde sentetik nitrat kullanımına alternatif olarak pazı ve ıspanak tozlarının daha uygun olduğu bildirilmiştir (Babaoğlu 2020).

Isıl işlem görmüş sucukta küreme ajanı olarak pazı tozunun kullanıldığı bir araştırmada pazı tozu nitrat kaynağı olarak kullanılmış ve örnekler değişik özellikler yönünden incelenmiştir. Örnek grupları arasında kimyasal kompozisyon bakımından önemli bir farklılığın olmadığı, pazı tozu konsantrasyonunun artması ile birlikte pH değerinin artış, enstrümental renk değerlerinin ise düşüş gösterdiği, hem sucuk hamurunda hem de fermantasyondan sonra kontrol grubunun kalıntı nitrit seviyesinin diğer gruplara göre daha yüksek olduğu, pazı tozu kaynaklı nitrat içeren grubun (150 ppm) en yüksek kalıntı nitrit miktarını gösterdiği bildirilmiştir (Öztürk Kerimoğlu ve Serdaroğlu, 2020).

Junttila *et al.* (1989) tarafından Finlandiya tipi fermente sosisler üzerinde yapılan bir çalışmada *L.monocytogenes*'in Finlandiya'da kullanılan tuz ve nitrit seviyelerinde (%3 tuz, 120 ppm nitrit) fermantasyon süresince canlılığını sürdürdüğü, *L.monocytogenes* sayısının (10^3 veya 10^5) üretim sırasında yaklaşık 1 logaritmik bir azalma gösterdiği, *L.monocytogenes* redüksiyonunun 300 ppm potasyum nitrat, 200 ppm sodyum nitrit ve %3 tuz kullanılması durumunda 2 logaritmik bir seviyeye ulaştığı, %3 tuz ve 1000 ppm potasyum nitrat kombinasyonunda ise 3 logaritmik birimden daha fazla bir azalma kaydedildiği rapor edilmiştir. Aynı araştırmada üretim sonunda üründe a_w değeri 0,86, pH değeri ise 4,6 olarak ölçülmüştür.

Kaya ve Gökalp (2004a) tarafından sucukta *L.monocytogenes*'in davranışı üzerine farklı oranlarda nitrit kullanımının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, starter kültür kullanılmadan üretilen sucuk gruplarında *L.monocytogenes*'in olgunlaşma başlangıcında gelişme gösterdiği, startersiz gruplarda *L.monocytogenes* sayısının 50 ve 100 ppm nitrit seviyelerinde 9. günden,

150 ve 200 ppm nitrit seviyelerinde 3. günden itibaren sürekli bir şekilde azaldığı ancak yüksek nitrit seviyelerinde ise *L.monocytogenes*'in redüksiyonunun daha fazla olduğu rapor edilmiştir. Aynı araştırmacılar tarafından yürütülen diğer bir çalışmada ise farklı laktik kültürleri kullanılarak (*Lactiplantibacillus plantarum* Lb 8 ve *L. plantarum* Lb 75, *Pediococcus acidilactici* Lb 628, *Pediococcus pentosaceus* Lb 1010, *Latilactobacillus sakei* 706 ve *L. sakei* 706-B) üretilen sucuklarda *L.monocytogenes*'in olgunlaştırma ve depolama süresince gelişme durumu incelenmiştir. Analizler sonucunda kontrol grubunda olgunlaşmanın ilk 3 gününde *L.monocytogenes* sayısında artış gözlemlendiği, asitleşmenin yavaş olduğu, *L.plantarum* Lb8 kullanılan grupta da sayıda artış olduğu, *P. pentosaceus* Lb1010, bakteriyosin negatif variant *L. sakei* 706-B veya *L. plantarum* Lb75 varlığında gelişme olmadığı rapor edilmiştir. Ayrıca *L.monocytogenes*'e karşı antagonistik aktivite gösteren suşların (*L. sakei* Lb706, *P. acidilactici* Lb628) *L.monocytogenes* sayısında önemli bir düşüşe neden olduğu da tespit edilmiştir (Kaya ve Gökalp, 2004b).

Sucuk ve ısıl işlem görmüş sucuk üretiminde kereviz ve siyah havuç suyu konsantrelerinin alternatif kürlenme ajanı olarak kullanılmasına yönelik yürütülen bir çalışmada nitrit ilave edilmeyen kontrol grubu sucuk hamuru, 75 ve 150 ppm sentetik nitrit içeren hamurlar ile her biri 75 ve 150 ppm nitrite eş değer olacak şekilde kereviz suyu konsantresi ve siyah havuç suyu konsantresi içeren hamurlar hazırlanmış, üretim ve depolama sırasında gerçekleşen değişimler gözlenmiştir. Analizler sonucu, sucuk ve ısıl işlem görmüş sucuk grupları arasında son ürünün pH değerinde sentetik ve doğal nitrit kaynaklarının önemli bir farklılık göstermediği ancak depolama sonunda nitrit kaynağının ürünün pH değerini etkilediği, farklı nitrit kaynağı kullanımının sucukta L* değerini, ısıl işlem görmüş sucukta a* ve b* değerlerini etkilediği, doğal kürlenme ajanı kullanımının her iki ürün tipinde de üretim ve depolama sırasında kalıntı nitrit miktarını etkilediği, biyogen amin seviyesinin tüm gruplarda süre ilerledikçe artış gösterdiği, aroma üzerinde kürlenme ajanlarından ziyade baharatların etkin olduğu, toplam mezofilik aerobik bakteri, laktik asit bakteri ve mikrokok/stafilokok sayılarının alternatif uygulamalardan etkilenmediği ve alternatif uygulamalar ile üretilen sucuk gruplarının diğer gruplara göre duyuşal açıdan farklılık arz etmediği rapor edilmiştir. Sonuç olarak hem sucuk hem de ısıl işlem görmüş sucuk üretiminde kereviz ve siyah havuç suyu konsantrelerinin birçok özellik açısından sentetik nitrit yerine kullanılabileceği bildirilmiştir (Işıksal 2021).

Yüksek hidrostatik basınç uygulanan ve uygulanmayan sebze kaynağından elde edilen nitritin farklı konsantrasyonlarının (0, 50 ve 100 mg/kg) yeniden yapılandırılmış tüketime hazır jambonda *L.monocytogenes*'in gelişimine etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada bitkisel nitrit kaynağı olarak bio-dönüştürülmüş kereviz tozu kullanılmıştır. 600 MPa'da 4

dakika süreyle gerçekleştirilen yüksek hidrostatik basınç uygulamasının depolama süresince doğal nitrit konsantrasyonundan bağımsız olarak *L.monocytogenes* sayısını saptanabilir sınırın altına düşürdüğü, 400 MPa ve 4 dakika uygulaması ile 600 MPa ve 1 dakika uygulamasının doğal nitrit ile birlikte *L.monocytogenes* sayısında inhibisyona neden olduğu, doğal nitrit içermeyen jambon formülasyonlarında yüksek basınç uygulamalı ve uygulamasız gruplarda nitrit içeren formülasyonlara göre *L.monocytogenes* sayısında daha hızlı bir artış gözlemlendiği rapor edilmiştir. Ayrıca doğal nitrit konsantrasyonlarında *L.monocytogenes*'in daha yavaş geliştiği, yüksek hidrostatik basınç uygulamasının doğal nitritin *L.monocytogenes*'in gelişimini engelleyici etkisini artırdığı ve bundan dolayı doğal nitrit x yüksek hidrostatik basınç kombinasyonunun *L. monocytogenes* gelişimi üzerinde sinerjst bir inhibitör etki gösterdiği de bildirilmiştir (Lavieri *et al.* 2014).

Piştirilmiş ve kürlenmiş domuz sosisinde *L. monocytogenes*'in gelişimi üzerine başlangıç sodyum nitrit ve sodyum askorbat ile kalıntı nitrit seviyelerinin esas alındığı model bir sistemde yürütülen bir çalışmada yüzey yanıt yöntemi kullanılmıştır. Analizler sonucunda tüketime hazır et ürünlerinde başlangıç nitrit seviyesinin *L.monocytogenes*'in gelişimi üzerinde etkili olduğu ve bu etkinin nitrit konsantrasyonundaki artış ile arttığı rapor edilmiştir (King *et al.* 2016).

Sucuk üretiminde sentetik nitrit miktarını azaltmak amacıyla ıspanak ve maydanoz tozlarının etkilerini matematiksel model ile belirlemek amacıyla yürütülen bir araştırmadan maydanoz ve ıspanak tozlarının kullanım miktarları yanıt yüzey yöntemi ile belirlenmiş ve bu yönteme göre saptanan muamele kombinasyonları 14 grup olarak oluşturulmuştur. Araştırmada sucuk üretimi geleneksel yöntemle gerçekleştirilmiş ve 30 günlük bir olgunlaştırma periyodu uygulanmıştır. Olgunlaştırmadan sonra renk, pH, kalıntı nitrit, yağ, nem, protein, TBA ve peroksit analizleri yapılarak gruplar karşılaştırılmıştır. İstatistiki analizler sonucunda ıspanak tozunun peroksit, kesit yüzey L*, a* ve b* değerleri ile yüzey a* ve b* değerlerini etkilediği, maydanoz tozunun ise peroksit ve TBA değerlerinin yanı sıra yüzey L* ve b* değerleri üzerinde etki gösterdiği rapor edilmiştir (Yüzlü 2018).

Pennisi *et al.* (2020) İtalyan tipi kuru fermente bir sosis çeşidinde nitrit yerine kereviz veya ıspanak tozunun tek başına veya pancar tozu ile birlikte kullanımının ürün özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla yürüttükleri araştırmada 5 farklı fermente sosis hamuru (nitrat eklenmemiş, 150 mg/kg potasyum nitrat, kereviz tozu, kereviz tozu + pancar tozu , ıspanak tozu + pancar tozu) hazırlamış ve analiz etmişlerdir. Araştırmacılar depolama sonunda kalıntı nitrit açısından ürünler arasında önemli bir farklılığın olmadığını, muamele gruplarından patojen mikroorganizma izole edilmediğini, laktik asit bakterilerinin tüm gruplarda benzer bir değişim gösterdiğini, kereviz tozu kullanılarak üretilen örneklerin duyusal analiz sonuçlarının

150 ppm potasyum nitrat içeren gruplarla benzerlik gösterdiğini, ıspanak ve pancar tozu içeren grubun yapısal özelliklerinin benzer veya daha yüksek değerler verdiği ancak ıspanağın renk üzerinde olumsuz etkisinin olduğunu bildirmişlerdir.

Vural (1998) tarafından yarı kuru sucuk olarak adlandırılan ısıtıl işlem görmüş sucuk üzerinde yapılan bir çalışmada ticari kültürlerin (*Pediococcus acidilactici*, *Staphylococcus xylosus* + *Pediococcus pentosaceus*, *Staphylococcus carnosus* + *Lactiplantibacillus pentosus*) ürünün duyu ve diğer bazı özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Fermentasyon aşamasından sonra sucuklar iç sıcaklığı 55 °C olacak şekilde ısıtıl işleme tabi tutulmuş ve daha sonra kurutulmuştur. Yapılan analizler sonucunda *P. acidilactici*'nin pH değerinde önemli bir düşüşe neden olduğu ve bu kültürün ürünün renk, lezzet, görünüş ve genel kabul edilebilirliği üzerinde olumlu yönde etki gösterdiği rapor edilmiştir.

MATERIAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırmada yerel bir işletmeden temin edilen sığır eti, sığır et yağı ve koyun kuyruk yağı hammadde olarak kullanılmıştır. Sığır eti fazla yağ ve bağ dokuları uzaklaştırıldıktan sonra doğranmış ve -18°C’de üretime kadar depolanmıştır. Kuyruk yağı ve et yağı da -18°C’de muhafaza edilmiştir. Tuz, sarımsak ve baharat yerel marketlerden, sodyum nitrit (gıdaya uygun) medikal bir firmadan temin edilmiştir. Kereviz tozu, nitrati nitrite dönüştürülmüş formda (Veg stable® 506) ticari bir firmadan (Florida Food Products, ABD) alınmıştır. Bu üründe nitrit miktarı 20972 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Kılıf olarak ise 38mm çapındaki kolajen kılıf (Naturin Darm, Almanya) kullanılmıştır.

Isıl işlem görmüş sucuk hamurlarında starter kültür olarak *Latilactobacillus sakei* S15 (Kaya vd 2017) ve *Staphylococcus xylosus* GM92 (Kaban and Kaya, 2008) suşları kullanılmıştır.

Hamurların *Listeria monocytogenes* ile inokülasyonunda *L.monocytogenes* ATCC 19112 ve *L.monocytogenes* ATCC 19114 suşları kullanılmıştır. Bu suşlar TSB (Tryptic Soy Broth) (Merck) sıvı besiyerine inoküle edilmiş ve 37°C’de 24 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. *L. sakei* S15 suşu MRS (de Man Rogosa Sharpe) (Merck) sıvı besiyerinde 30°C’de 24 saat, *S. xylosus* GM92 TSB (Tryptic Soy Broth) 30°C’de 24 saat süreyle çoğaltılmıştır.

L. sakei S15 suşu 10^7 kob/g, *S. xylosus* GM92 suşu 10^6 kob/g düzeyinde, *L.monocytogenes* suşları (ATCC 19112, ATCC 19114) ise kokteyl oluşturularak 10^5 kob/g düzeyinde ısıl işlem görmüş sucuk hamurlarına inoküle edilmiştir.

Yöntem

Isıl işlem görmüş sucuk üretimi

Isıl işlem görmüş sucuk üretiminde, her bir kg et ve yağ karışımı için (%80 yağsız sığır eti, %10 sığır et yağı, %10 kuyruk yağı) 20 g tuz, 10 g sarımsak, 4 g sakkaroz, 2,5 g yenibahar, 5 g karabiber, 7 g kırmızı biber, 9 g kimyon ve 0,15 g sentetik sodyum nitrit kullanılmıştır. Bu formülasyon kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca bio-dönüştürülmüş kereviz tozunun nitrit seviyesi dikkate alınarak 3 farklı formülasyon (50 ppm kereviz tozu kaynaklı nitrit, 100 ppm kereviz tozu kaynaklı nitrit, 150 ppm kereviz tozu kaynaklı nitrit) da

hazırlanmıştır. Hamur hazırlama laboratuvar tipi kuter (MADO Typ MTK 662, Dornhan /Schwarzwald, Almanya)' de gerçekleştirilmiştir. Her bir muamele için 4 kg et-yag karışımı (3,2 kg yağsız sığır eti, 0,4 kg et yağı, 0,4 kg kuyruk yağı) kullanılmıştır. Hamur hazırlama işlemi sırasında tüm muamele grupları *L.monocytogenes* kokteyli ile 10^5 kob/g düzeyinde kontamine edilmiştir. Ayrıca tüm muamele gruplarına starter kültür de (*L.sakei* S15 + *S.xylosus* GM92) inoküle edilmiştir. Hamur hazırlama işleminden sonra dolum işlemine geçilmiştir. Dolum pistonlu bir doldurucu (MADO Typ MTK 591, Dornhan/Schwarzwald) ile gerçekleştirilmiştir. Dolumdan sonra tüm gruplar $22\pm1^\circ\text{C}$ 'de 92 ± 2 bağıl nemde 24 saat süreyle fermantasyona tabi tutulmuştur. Fermantasyondan sonra her bir muamele grubu laboratuvar tipi bir pişirme fırınında (Mauting, Çekya) 55°C 'lik başlangıç sıcaklığı ve 68°C 'lik iç sıcaklık esas alınarak bir ısıtma işlem programına tabi tutulmuştur. Isıtma işleminden sonra ısıtma işlem görmüş sucuk grupları duşlama işlemine ve müteakiben tekrar klima ünitesinde $18\pm1^\circ\text{C}$ 'de ve 84 ± 2 nispi rutubette 2 gün süreyle kurutmaya tabi tutulmuştur.

Örneklerin alınması ve analizlere hazırlanması

Deneme planına uygun olarak üretilen ısıtma işlem görmüş sucuk gruplarından üretim aşamalarında alınan örnekler (sucuk hamuru, fermantasyon, ısıtma işlem ve kurutma) aşağıda belirtilen analizlere tabi tutulmuştur.

Mikrobiyolojik analizler için 25 gr örnek steril stomacher torbasında tartılmış, üzerine 225 mL steril fizyolojik tuzlu su ($0,85\%$ NaCl, Merck) ilave edilerek Stomacher'de (Lab Stomacher Blander 400-BA 7021, Seward medical, İngiltere) homojenize edilmiştir. Steril fizyolojik tuzlu su ile dilüsyonlar hazırlanmış ve uygun dilüsyonlar mikrobiyolojik ekimlerde kullanılmıştır. Su aktivitesi analizi için özel numune kaplarına örnek alınmıştır. pH analizi için örnek kavanozlarına numune tartılmıştır. Renk analizleri ise son üründe kesit yüzeyde gerçekleştirilmiştir.

Analizler

Fiziko-kimyasal analizler

Su aktivitesi değerinin belirlenmesi

Örneklerin su aktivitesi kullanılmadan önce farklı tuz çözeltileri ile kalibre edilen su aktivitesi cihazı (NOVASINA, TH-500) kullanılarak ölçülmüştür (Gökarp vd 2010).

pH değerinin belirlenmesi

Örneklerin pH değerin belirlenmesi için 10 g örnek tartılmış, 100 mL saf su ile Ultra-Turrax (IKA T 25, Almanya) 'da 1 dakika homojenize edilmiştir. Bu işlemi müteakiben pH-metre (Mettler Toledo, İsviçre) kullanılarak ölçüm yapılmıştır (Gökalp vd 2010).

Kalıntı Nitrit

Kalıntı nitrit analizi son üründe gerçekleştirilmiştir ve bu analiz için uluslararası geçerliliği olan bir yöntem uygulanmıştır (NKML 165, 2000). Bu yöntem kereviz tozunun nitrit içeriğinin belirlenmesi amacıyla da kullanılmıştır. Homojen örnekten 0,1 mg hassasiyetle 10 g analiz numunesi tartılmış, üzerine 50 mL ultra saf su (50-60°C) ilave edildikten sonra cam baget ile iyice homojen hale getirilmiştir. Karışım 200 mL'lik balon jöjeye alındıktan sonra üzerine 50 mL asetonitrit ilave edilmiş, müteakiben 15 dk süreyle karıştırılmıştır. Karışım ultra saf su ile 200 mL'ye tamamlandıktan sonra nitritsiz/nitratlız filtre kağıdından süzölmüş ve filtratlar 0,45 µm' lik fitreden geçirilmiş ve viallere alınmıştır. Kalıntı nitrit seviyesi HPLC/DAD (Agilent 1100, ABD) kullanılarak saptanmıştır. Kolonda (Hamilton PRP-X100 (5 µmx150x4.6mm, ABD)) akış hızı 2 mL/dak olacak şekilde 15 dk ayarlanmış ve tanımlamada nitrit standardı kullanılmıştır. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.

Geri kazanım (Recovery) ve bağıl standart sapma (RSD) değeri lerinin belirlenmesi için her seviyede beş tekrar olacak şekilde ısı l işlem görmüş sucuk örneğine farklı oranlarda (10, 20, 30 ve 40 mg/L) nitrit ilave edilmiştir. Nitrit için bağı l standart sapma (RSD) değeri leri %0,63 ile %1,46 arasında, geri kazanım değeri leri ise %98,84 ile 104,87 arasında değ işmiştir. Algılama sınırları (LOD) ve tayin sınırının (LOQ) belirlenmesinde nitrit standardı ile farklı konsantrasyonlarda (1, 3, 5, 10 ve 20 mg/kg) hazırlanan çözeltiler kullanılmış ve değeri leri aşağıda verilen formöl kullanılarak hesaplanmıştır:

$$LOD = 3.3 \times Sy/s$$

$$LOQ = 10 \times Sy/s$$

(Sy: Kurve responsunun standart sapması, s: kalibrasyon eğrisinin eğimi)

Nitrit standart eğrisi için regresyon çizgisi katsayısı (R²) 0,9995 olarak belirlenmiştir. Nitritin LOD ve LOQ değeri leri sırasıyla 1.01 mg/L ve 3.06 mg/L olarak belirlenmiştir.

Renk analizi

Son ürünün kesit yüzey enströmental renk değeri leri ni belirlemek için Minolta (CR-200, Minolta Co, Osaka, Japonya) kolorimetre cihazı kullanılmıştır. L*, a* ve b* değeri leri üç

boyutlu renk ölçümünü esas alan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIELAB (Commision Internationale de l'E Clairage) tarafından verilen kriterlere göre yapılmıştır (Rödel 1985).

Mikrobiyolojik analiz yöntemleri

***Listeria monocytogenes* sayımı ve aranması**

L.monocytogenes ile 10^5 kob/g seviyesinde kontamine edilen muamele gruplarında bu mikroorganizmanın sayımı için PALCAM Listeria Selective Supplement (Merck) içeren PALCAM Listeria Selective Agar (Base) (Merck) kullanılmıştır. Ekim yüzeye yayma yöntemi ile gerçekleştirilmiş, ekimi müteakiben 37°C'de 48 saat süre ile inkübasyon yapılmıştır. İnkübasyondan sonra besiyerinde siyah zonlu, yeşil-siyah renkli koloniler dikkate alınarak sayım gerçekleştirilmiştir. Gram boyama (+), 22°C'de hareketlilik (+) ve katalaz (+) testlerinin sonuçları dikkate alınarak *L.monocytogenes* sayısı hesaplanmıştır (ISO 2017).

L.monocytogenes sayısının saptanabilir sınırın altına düştüğü örneklerin *L.monocytogenes* içerip içermediğini saptamak için kalitatif yöntem uygulanmıştır. 25 g örnek steril stomacher torbasına tartılmış ve üzerine 225 mL half Fraser broth (Merck) ilave edilerek 2 dk süreyle homojenize edilmiştir. 30 °C'de 24 saatlik inkübasyondan sonra bu primer zenginleştirme sıvı besiyerinden 0,1 mL alınarak 10 mL Fraser broth (Merck) içeren tüplere aktarılmıştır. 35 °C'de 24 saat inkübasyondan sonra Fraser broth kültüründe Ottaviani and Agosti Agar (Merck) plaklarına çizim usulü ekim yapılmış ve 35 °C'de 48 saat inkübasyon yapılmıştır. İnkübasyondan sonra tipik koloniler Gram boyama (+), 22°C'de hareketlilik (+) ve katalaz (+) testleri uygulanmış ve Gram (+), katalaz (+) hareketli koloniler için diğer biyokimyasal testler uygulanmıştır (ISO 2017).

Laktik asit bakteri sayımı

Laktik asit bakteri sayımında MRS (De Man Rogosa Sharpe) (Merck) Agar besiyeri kullanılmış ve ekim yüzeye yayma yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. 30°C'de 48 saatlik anaerobik inkübasyondan (Anaerocult A) (Merck) sonra katalaz (-) koloniler dikkate alınarak laktik asit bakteri sayısı hesaplanmıştır (Baumgart et al. 1993).

***Micrococcus /Staphylococcus* sayımı**

Micrococcus/Staphylococcus sayımı için uygun dilüsyonlardan MSA (Mannitol Salt Phenol-Red) (Merck) Agar besiyerine yüzeye yayma yöntemi kullanılarak ekim yapılan petri kutuları aerobik şartlarda 30°C'de 48 saat inkübe edildikten sonra sayım yapılmıştır (Gökalp vd 2010).

Enterobacteriaceae sayımı

Enterobacteriaceae için VRBD Agar (Violet Red Bile Dextrose) (Merck) Agar besiyerine yüzeye yayma metodu ile ekim yapılmış ve 30°C'de 2 gün süreyle gerçekleştirilen anaerobik (Anaerocult A, Merck) inkübasyondan sonra 1 mm'den büyük koloniler dikkate alınarak sayı belirlenmiştir (Baumgart *et al.* 1993).

Maya ve küf sayımı

Maya ve küf sayımı için uygun dilüsyonlardan RBC (Rose Bengal Chloroamphenicol) Agar içeren besiyerlerine yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. İnkübasyon 25°C' de 5 gün süreyle yapılmış ve inkübasyonu müteakiben sayım yapılarak maya küf sayısı tespit edilmiştir (Gökalp vd 2010).

İstatistikî analizler

Araştırma kereviz tozu kaynaklı nitrit kullanımı (150 ppm sentetik nitrit, 50 ppm kereviz tozu kaynaklı nitrit, 100 ppm kereviz tozu kaynaklı nitrit, 150 ppm kereviz tozu kaynaklı nitrit) ve üretim aşaması (sucuk hamuru, fermentasyon, ısıtma işlemi, kurutma) faktörleri esas alınarak şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre üç farklı zamanda (3 tekerrürlü) kurulup yürütülmüştür. Kalıntı nitrit ve renk analizi sadece son üründe gerçekleştirildiğinden bu analizlere ait sonuçlara sadece nitrit kaynaklı kereviz tozu faktörü esas alınarak istatistikî analizler gerçekleştirilmiştir. Araştırmada saptanan verilen iki yönlü ANOVA analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile kıyaslanmıştır (SPSS 20).

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Isıl İşlem Görmüş Sucuk Örneklerinin pH Değerleri

Sentetik ve kereviz tozu kaynaklı nitrit kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucuk gruplarında üretim süresince belirlenen pH değerleri Tablo 1’de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere araştırmada 3 farklı zamanda 3 farklı hammadde kullanılarak üretim yapılmıştır. Sucuk hamurunun pH değeri 150 mg/kg sentetik nitrit içeren gruplarda 5,76-5,96, kereviz tozu kaynaklı nitrit kullanılan B, C ve D gruplarında ise sırasıyla 5,80-5,91, 5,86-6,02 ve 5,85-6,01 arasında değişim göstermiştir. Bu sonuçlara göre kereviz tozu kullanımı genellikle az da olsa pH değerinde bir artışa neden olmaktadır. Fermantasyon sonunda ise tüm sucuk gruplarında pH değeri 5,00’in altına düşmüştür. Isıl işleminden sonra ise pH değerinde tüm gruplarda bir artış tespit edilmiştir. Kurutma sonucunda ise yine genellikle pH değerinde az da olsa bir değişim gözlemlenmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere son üründe pH değeri Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği’nde belirtilen 5,6 sınır değerinin altında bulunmuştur. Isıl işlem görmüş sucuk yarı kuru bir fermente sosis çeşidi olduğundan (nem/protein<3,6) pH değerindeki düşüşün ürünün mikrobiyolojik stabilitesi açısından büyük önem arz etmektedir (Kaya ve Kaban, 2019).

Tablo 1. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarında Üretim Süresince Belirlenen pH Değerleri

Muamele	Grup (Blok)	Hamur	Fermantasyon sonrası	Isıl işlem sonrası	Kurutma sonrası
A	1	5,80	4,83	5,05	5,01
	2	5,96	4,95	5,00	5,12
	3	5,76	4,84	4,87	4,78
B	1	5,81	4,93	5,09	5,07
	2	5,91	4,97	5,13	5,17
	3	5,80	4,85	4,87	4,90
C	1	6,02	4,92	5,09	5,15
	2	5,94	4,97	5,10	5,18
	3	5,86	5,00	5,00	4,97
D	1	6,01	4,91	5,04	5,07
	2	5,93	4,79	5,04	5,09
	3	5,85	5,10	5,12	4,89

A: 150 mg/kg sodyum Nitrit, **B:** 50 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit, **C:** 100 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit, **D:** 150 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit

Sentetik ve kereviz tozu kaynaklı nitrit kullanılarak üretilen ısıt işlem görmüş sucuk gruplarının pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 2’de verilmiştir. Buna göre ısıt işlem görmüş sucuk üretiminde kereviz tozu kullanımı ürünün pH değeri üzerinde $p<0,05$ seviyesinde etkili olmuştur. Üretim aşaması faktörü ise ısıt işlem görmüş sucuğun pH değerinde çok önemli ($P<0,01$) bir etki göstermiştir. Bu iki faktörün interaksyonu ise pH değeri üzerinde önemli bir etkiye sahip değildir ($p>0,05$) (Tablo 2). İnteraksiyonun önemli olmaması tüm sucuk gruplarında üretim aşamasında nitrit kaynaklı bir etkinin olmadığını göstermektedir.

Tablo 2. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıt İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının pH Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	3	0,023	2,979*
Üretim aşaması(ÜA)	3	2,417	315,503**
Blok	2	0,054	7,074**
M*ÜA	9	0,002	0,219
Hata	30	0,008	
Genel	48		

* $P<0,05$; ** $P<0,01$

Sentetik nitrit ile üretilen ısıt işlem görmüş sucuk grubu (A) ile farklı oranlarda kereviz tozu kaynaklı nitrit içeren grupların (B, C, D) pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 3’de verilmiştir. Kontrol grubunda 5,16 olan ortalama pH değeri B, C ve D gruplarında sırasıyla 5,21, 5,27 ve 5,24 olarak tespit edilmiştir. C grubuna ait ortalama değer sadece kontrol gurubuna ait ortalama değerden istatistiki olarak farklılık göstermiştir. A, B ve D grupları arasında pH değeri açısından önemli bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). Bu sonuçlara göre kereviz tozu az da olsa pH değerinde bir artışa sebep olabilmektedir. Bu artışta kereviz tozunda bulunan bazı bileşiklerden ileri geldiği düşünülmektedir.

Tablo 3. Sentetik Nitrit ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit İçeren Isıt İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının pH Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Muamele	N	pH
A	12	5,16 $\pm$ 0,42b
B	12	5,21 $\pm$ 0,40ab
C	12	5,27 $\pm$ 0,41a
D	12	5,24 $\pm$ 0,43ab

a-b: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$)

Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 4’de verilmiştir. En yüksek ortalama değer hamurda, en düşük ortalama değer ise fermantasyon aşamasında tespit edilmiştir. Isıl işlem ve kurutma aşamalarına ait ortalamalarda ise önemli bir değişim olmamıştır. Isıl işlem görmüş sucuk gibi yarı kuru fermente sosisler daha kısa süreli bir üretim periyoduna sahip olduğundan bu ürünlerde fermantasyon aşamasındaki pH düşüşü hem ürün güvenliği hem de duyusal ve tekstürel özelliklerin gelişimi açısından önem arz etmektedir (Kaya ve Kaban, 2019; Yılmaz Oral and Kaban, 2021). pH değerinin bu aşamada 5,00’in altına düşmesi genellikle gıda kaynaklı patojen mikroorganizmaların inhibisyonunda önemli bir engel etkindir (Armutçu *et al.* 2020; Akyol 2021; Yılmaz Oral and Kaban, 2021). Bu aşamada başlangıç fermantasyon sıcaklığı, redoks potansiyeli, nitrit seviyesi gibi faktörler de önemli engel etken olarak görülmektedir. Mevcut bu araştırmada yerel bir üründen izole ve identifiye edilen *L.sakei* S15 ve *S.xylosus* GM92 suşları starter kültür olarak kullanılmıştır. Fermantasyon aşamasında pH’nın ilk 24 saat içerisinde 5,00’in altına düşmesi *L.sakei* S15 suşunun ısıl işlem görmüş sucuk ortamına iyi adapte olduğunu ve buna bağlı olarak iyi bir gelişme gösterdiğinin işareti olarak değerlendirilmiştir. Nitekim *L. sakei*’nin bu tip ürünlerde 20-22 °C’lik başlangıç fermantasyon sıcaklığında iyi bir gelişme göstererek dominant mikrobiyota oluşturduğu bildirilmektedir (Lücke 1985; Kaban *et al.* 2012). Bu suş kullanılarak yürütülen bir çalışmada da söz konusu fermantasyon sıcaklığında bu suşun iyi bir gelişme göstererek pH’da önemli düşüşe sebep olduğu rapor edilmiştir (Akyol 2021).

Asit oluşum hızı ve derecesi ürün tipine göre farklılık arz edebilmektedir. Bu ürünlerde kurutma derecesi de yine ürün tipine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Isıl işlem görmüş sucukta genellikle 22-25 °C arasında uygulanan ısıl işlem Amerika tipi ürünlerde daha yüksek dereceler kullanılmaktadır. Amerika tipi ürünlerde pH değeri ise genellikle 5,0’in altında bulunmaktadır (Sallan ve Kaya, 2021).

Fermantasyon aşamasından sonra gerçekleştirilen ısıl işlem sırasında protein denatürasyonundan dolayı pH değerinde bir artış tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar Ercoşkun (2006), Ercoşkun *et al.* (2010), Yılmaz Oral and Kaban (2021) tarafından da tespit edilmiştir. Kurutma aşamasında pH değerinde önemli bir değişim olmamıştır. Buna karşın ısıl işlem görmüş sucukta kurutma aşamasında proteolisiz kaynaklı bazik bileşikler nedeniyle pH’da az da olsa bir artışın olabileceği de bildirilmektedir (Yılmaz Oral and Kaban, 2021).

Tablo 4. Isıl İşlem Görmüş Sucuklarda Üretim Aşamalarında Belirlenen pH Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları (P<0,05)

Aşama	N	pH
Hamur	12	5,89±0,09a
Fermantasyon sonrası	12	4,92±0,09c
Isıl işlem sonrası	12	5,03±0,09b
Kurutma sonrası	12	5,03±0,13b

a-c: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

Isıl İşlem Görmüş Sucuk Örneklerinin Su Aktivitesi Değerleri

Sentetik ve kereviz tozu kaynaklı nitrit kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucuk gruplarında üretim süresince belirlenen a_w değerleri Tablo 5’de verilmiştir. Sucuk hamurlarının a_w değerleri 0,966 ile 0,971 arasında değişim göstermiştir. Fermantasyon aşamasında 0,952 ile 0,964 arasında değişen a_w değeri ısıl işlem sırasında az bir düşüş göstermiştir. Isıl işlem görmüş sucuk üretiminin son aşaması olan kurutma aşamasında ise 0,913 ile 0,943 arasında değişen a_w değerleri tespit edilmiştir.

Tablo 5. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarında Üretim Süresince Belirlenen a_w Değerleri

Muamele	Grup (Blok)	Hamur	Fermantasyon sonrası	Isıl işlem sonrası	Kurutma sonrası
A	1	0,971	0,963	0,959	0,935
	2	0,968	0,962	0,962	0,938
	3	0,968	0,954	0,949	0,932
B	1	0,970	0,958	0,955	0,936
	2	0,966	0,957	0,953	0,913
	3	0,968	0,958	0,952	0,934
C	1	0,966	0,959	0,954	0,928
	2	0,970	0,959	0,956	0,927
	3	0,966	0,957	0,952	0,927
D	1	0,969	0,964	0,955	0,935
	2	0,969	0,961	0,958	0,943
	3	0,967	0,952	0,948	0,928

A: 150 mg/kg sodyum Nitrit, **B:** 50 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit, **C:** 100 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit, **D:** 150 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit

Sentetik ve kereviz tozu kaynaklı nitrit kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucuk gruplarının a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 6’da verilmiştir. Bu sonuçlara göre doğal nitrit kullanımı a_w değeri üzerinde önemli bir etki göstermemiştir ($P>0,05$). Buna karşın üretim aşaması faktörü a_w değeri üzerinde çok önemli bir etki göstermiştir ($P<0,01$). Muamele x Üretim aşaması interaksyonunun ise a_w değeri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 6. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının a_w Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	3	3,508E-005	1,680
Üretim aşaması(ÜA)	3	0,003	140,486**
Blok	2	7,240E-005	3,466*
M*ÜA	9	1,148E-005	0,550
Hata	30	2,088E-005	
Genel	48		

* $P<0,05$; ** $P<0,01$

Sentetik nitrit ve kereviz tozu kaynaklı nitrit içeren ısıl işlem görmüş sucuk gruplarının a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 7’de verilmiştir. Buna göre sentetik nitrit (150 ppm) ve doğal nitrit (50, 100 veya 150 ppm) kullanılarak üretilen örnekler için ortalama a_w değerleri arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık söz konusu olmamıştır ($P>0,05$)(Tablo 7). Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Tablo 8’de verilmiştir. Sucuk hamurunda 0,968 olarak belirlenen a_w değeri fermantasyondan sonra 0,959’ a düşmüştür. Bu iki ortalama arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. En düşük ortalama değer ise 0,931 ile son üründe belirlenmiştir (Tablo 8). Bu üründe ortalama pH değeri ise 5,03 olarak belirlenmiştir. Bu nedenle ürün buzdolabı koşullarında mikrobiyolojik açıdan stabil bir ürün olarak değerlendirilebilir. Isıl işlem görmüş sucuk üzerinde yürütülen bir çalışmada a_w değeri starter kültür ilave edilmeden üretilen sucuk gruplarında ortalama 0,948, starter kültür kullanılarak üretilen sucuk gruplarında ise ortalama 0,942 olarak tespit edilmiştir (Dalmış 2007). Diğer bir çalışmada ise starter kullanılmadan üretilen örneklerde a_w değeri 0,942, starter kültür kullanılan ısıl işlem görmüş sucuk örneklerinde ise 0,928 olarak saptanmıştır. Aynı araştırmada starter kültür kullanılarak üretilen ürünlerde ısıl işlem uygulamasının su aktivitesi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı da ortaya konulmuştur (Çiçek *et al.* 2015).

Tablo 7. Sentetik Nitrit ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit İçeren Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının a_w Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Muamele	N	a_w
A	12	0,955 ±0,010a
B	12	0,952±0,016a
C	12	0,952±0,016a
D	12	0,954± 0,013a

a-d: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

Tablo 8. Isıl İşlem Görmüş Sucuklarda Üretim Aşamalarında Belirlenen a_w Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Aşama	N	a_w
Hamur	12	0,968±0,002a
Fermantasyon sonrası	12	0,959±0,004b
Isıl işlem sonrası	12	0,954±0,004c
Kurutma sonrası	12	0,931±0,008d

a-d: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

Isıl İşlem Görmüş Sucuk Örneklerinin Kalıntı Nitrit Değerleri

Sentetik nitrit ve kereviz tozu kaynaklı nitrit içeren ısıtılmış sucuk gruplarında kurutmadan sonra belirlenen kalıntı nitrit seviyeleri Tablo 9’da verilmiştir. Buna göre sentetik nitrit kullanılarak üretilen A muamelesine ait sucuklar D ve C muamelelerine ait sucuklarla benzer sonuçlar vermiştir. Üretiminde 50 mg/kg doğal nitrit kullanılan ısıtılmış sucuk örneklerinde (B) ise kalıntı nitrit miktarı 10 mg/kg’ın altında bulunmuştur (Tablo 9).

Tablo 9. Sentetik Nitrit ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit İçeren Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarında Kurutmadan Sonra Belirlenen Kalıntı Nitrit Seviyeleri

Muamele	Grup (Blok)		
	1	2	3
A	14,12	12,30	15,25
B	8,40	6,50	7,48
C	10,15	11,60	12,30
D	11,44	12,60	10,24

A: 150 mg/kg sodyum Nitrit, B: 50 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit, C: 100 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit, D: 150 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit

Sentetik ve kereviz tozu kaynaklı nitrit kullanılarak üretilen ısıt işlem görmüş sucuk gruplarının kalıntı nitrit değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 10’da verilmiştir. Doğal nitrit kullanımı kalıntı nitrit üzerinde $P<0,05$ düzeyinde etkili olmuştur.

Tablo 10. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıt İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının Kalıntı Nitrit Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	3	21,184	11,789*
Blok	2	0,322	0,179
Hata	6	1,797	
Genel	12		

* $P<0,05$; ** $P<0,01$

Sentetik nitrit ve kereviz tozu kaynaklı nitrit içeren ısıt işlem görmüş sucuk gruplarının kalıntı nitrit değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 11’de gösterilmiştir. En düşük kalıntı nitrit seviyesi B muamelesinde (50 mg/kg nitrit) ölçülmüştür. Diğer muameleler arasında ise istatistiki açıdan bir farklılık tespit edilmemiştir.

Tablo 11. Sentetik Nitrit ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit İçeren Isıt İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının Kalıntı Nitrit Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Muamele	N	Kalıntı Nitrit
A	12	13,89 ±1,49b
B	12	7,46±0,95a
C	12	11,35±1,10b
D	12	11,43±1,18b

a-d: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$)

Isıt İşlem Görmüş Sucuk Örneklerinin Renk Değerleri

Sentetik ve kereviz tozu kaynaklı nitrit kullanılarak üretilen ısıt işlem görmüş sucuk gruplarında üretim süresince belirlenen L^* , a^* ve b^* değerleri Tablo 12’de verilmiştir. Parlaklığın ölçüsü olan L^* değeri sentetik nitrit kullanılarak üretilen grupta (A) 36,79 ile 41,03, 50 (B), 100 (C) ve 150 (D) ppm doğal nitrit kullanılan gruplarda ise sırasıyla 36,85-43,26, 37,24-41,82 ve 33,89-40,57 arasında değişim göstermiştir. Diğer bir enstrümental renk parametresi olan a^* değeri ise A muamelesinde daha yüksek değerler vermiştir. Kırmızı renk yoğunluğunu ifade eden a^* parametresi C ve D muamelelerinde daha düşük değerler vermiştir. Sarı renk yoğunluğunun göstergesi olan b^* değeri ise A muamelesinde 9,81 ile 12,17 arasında değişirken D muamelesinde 8,26 ile 11,16 arasında değişim göstermiştir.

Tablo 12. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarında Üretim Süresince Belirlenen L*, a* ve b* Değerleri

Muamele	Grup (Blok)	L*	a*	b*
A	1	38,53	14,52	12,17
		38,55	14,01	11,68
		40,03	13,88	10,82
	2	36,79	14,80	10,64
		37,45	14,28	10,43
		38,38	14,56	10,76
	3	41,03	12,05	12,06
		36,99	13,00	9,81
		37,60	13,37	10,73
B	1	38,84	11,00	11,10
		39,39	9,06	10,80
		39,31	9,74	9,89
	2	38,07	10,46	10,60
		37,25	8,81	7,69
		36,85	10,05	10,48
	3	42,81	13,23	11,21
		43,26	11,91	11,05
		39,28	11,35	11,58
C	1	40,53	9,64	10,80
		39,57	7,97	10,00
		37,24	9,08	9,88
	2	41,82	8,91	10,40
		41,04	8,67	10,56
		38,83	8,40	9,10
	3	38,80	11,36	11,45
		34,91	12,22	9,69
		38,15	11,49	11,14
D	1	40,57	8,00	10,40
		41,24	8,39	10,16
		40,47	9,61	11,16
	2	37,35	6,88	8,26
		39,31	7,16	8,81
		37,54	7,61	9,49
	3	35,57	12,13	9,96
		36,54	10,09	10,40
		33,89	12,89	8,53

A: 150 mg/kg sodyum Nitrit, **B:** 50 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit, **C:** 100 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit, **D:** 150 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit

Sentetik ve kereviz tozu kaynaklı nitrit kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucuk gruplarının L^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 13’de verilmiştir. Buna göre muamelenin ısıl işlem görmüş sucuğun L^* değeri üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır ($P>0,05$). Tablo 14’de verilen sentetik nitrit ve kereviz tozu kaynaklı nitrit içeren ısıl işlem görmüş sucuk gruplarının L^* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından da görüldüğü üzere 38,05 ile 39,45 arasında değişmiştir. Bu ortalamalar arasındaki farklılıklar da istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Diğer bir ifade ile 50 mg/kg doğal nitrit seviyesinde dahi ısıl işlem görmüş sucukta parlaklığın göstergesi olan L^* değeri 150 mg/kg sentetik nitrite ait ortalamadan farklılık göstermemektedir.

Tablo 13. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının L^* Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	3	3,515	0,814
Blok	2	5,924	1,373
Hata	30	4,316	
Genel	36		

* $P<0,05$; ** $P<0,01$

Tablo 14. Sentetik Nitrit ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit İçeren Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının L^* Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Muamele	N	L^* değeri
A	12	38,37 $\pm$ 1,40a
B	12	39,45 $\pm$ 2,23a
C	12	38,99 $\pm$ 2,10a
D	12	38,05 $\pm$ 2,51a

a-d: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$)

Sentetik ve kereviz tozu kaynaklı nitrit kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucuk gruplarının a^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 15’de verilmiştir. Buna göre muamele ısıl işlem görmüş sucuğun a^* değeri üzerinde çok önemli etki göstermiştir ($P<0,01$). Diğer bir ana varyasyon kaynağı olan blok da a^* değeri üzerinde $P<0,05$ düzeyinde etkili olmuştur. Tablo 16’da verilen sentetik nitrit ve kereviz tozu kaynaklı nitrit içeren ısıl işlem görmüş sucuk gruplarının a^* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre en yüksek a^* değeri A muamelesinde (150 mg/kg sentetik nitrit) tespit edilmiştir. Isıl işlem görmüş sucuk gibi yarı kuru fermente sosislerde ısıl işleminden dolayı renk nitrozohemokromdan kaynaklanmakta ve üründe parlak kırmızımsı bir renk oluşmaktadır

(Gökalp vd 2010). Bu sonuçlara göre doğal nitrit 150 mg/kg seviyesinde dahi sentetik nitritten daha düşük a^* değeri vermektedir. Bu sonuç kereviz tozundaki nitritin diğer bazı bileşenlerle reaksiyona girerek renk oluşumunda daha az etkili olduğunu göstermektedir. Mevcut bu çalışmada iç sıcaklık olarak 68 °C esas alınarak bir ısıtma işlem programı uygulanmıştır. Toptancı (2007) ısıtma işlem görmüş sucuklarda farklı iç sıcaklık uygulamalarının (60, 65 ve 70 °C) a^* değeri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını ancak ısıtma işlem uygulanmamış örneklerin 70 °C'lık iç sıcaklık uygulanarak üretilen örneklerden önemli ölçüde farklılık gösterdiğini rapor etmiştir.

Tablo 15. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıtma İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının a^* Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	3	38,64	23,138**
Blok	2	14,256	8,536*
Hata	30	1,670	
Genel	36		

*P<0,05; **P<0,01

Tablo 16. Sentetik Nitrit ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit İçeren Isıtma İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının a^* Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Muamele	N	a^* değeri
A	12	13,83 ±0,88c
B	12	10,62±1,41b
C	12	9,75±1,54ab
D	12	9,19± 2,16a

a-d: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

Sentetik ve kereviz tozu kaynaklı nitrit kullanılarak üretilen ısıtma işlem görmüş sucuk gruplarının b^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 17'de verilmiştir. Doğal nitrit kullanımı b^* değeri üzerinde önemli ölçüde (P<0,05) etkili olmuştur. Örneklerin b^* değeri hammadde (blok) farklılığından da önemli (P<0,05) ölçüde etkilenmiştir (Tablo 17).

Tablo 17. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıtma İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının b^* Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	3	2,683	3,838*
Blok	2	3,403	4,868*
Hata	30	0,699	
Genel	36		

*P<0,05; **P<0,01

Sentetik nitrit ve kereviz tozu kaynaklı nitrit içeren ısıt işlem görmüş sucuk gruplarının b* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 18’de verilmiştir. Sarı renk yoğunluğunun göstergesi olan b* değeri açısından en düşük değer 9,68’lik ortalama ile 150 mg/kg doğal nitrit kullanılan D muamelesinde tespit edilmiştir. D muamelesine ait bu ortalama değer B ve C muamelesine ait ortalama değerden istatistiki olarak farklılık göstermemiştir. Diğer taraftan D muamelesine göre daha yüksek ortalama değer veren A muamelesi B ve C muamelelerine ait ortalamalardan istatistiki açıdan farklılık göstermemiştir (Tablo 18).

Tablo 18. Sentetik Nitrit ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit İçeren Isıt İşlem Görmüş Sucuk Gruplarının b* Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Muamele	N	b* değeri
A	12	11,01 ±0,79b
B	12	10,49±1,16ab
C	12	10,33±0,74ab
D	12	9,68± 0,98a

a-d: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

Isıt İşlem Görmüş Sucuk Örneklerinin *Listeria monocytogenes* Sayıları

Sentetik ve kereviz tozu kaynaklı nitrit kullanılarak üretilen ısıt işlem görmüş sucuk gruplarında üretim süresince belirlenen *L.monocytogenes* sayıları Tablo 19’da verilmiştir. Isıt işlem görmüş sucuk hamurlarına tüm muamelelerde 10⁵ kob/g düzeyinde *L.monocytogenes* inokülasyonu yapılmıştır. Üretimde starter kültür olarak yerel iki suş (*L.sakei* S15 ve *S. xylosus* GM92) kullanılmıştır. Fermantasyon 22 °C’de 24 saat süreyle gerçekleştirilmiştir. Fermantasyon sonunda A muamelesinde *L.monocytogenes* sayısı 5,11-5,38 log kob/g arasında değişim göstermiştir. B, C ve D muamelelerinde de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Isıt işlem ve kurutma aşamalarında ise *L.monocytogenes* sayısı saptanabilir sınırın altında bulunmuştur. Bu örneklerle ayrıca 2 aşamalı zenginleştirme işlemi uygulanmış ve hiçbir örnekte *L. monocytogenes*’e rastlanmamıştır.

Tablo 19. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarında Üretim Süresince Belirlenen *Listeria monocytogenes* Sayıları (log kob/g)

Muamele	Grup (Blok)	Hamur	Fermantasyon sonrası	Isıl işlem sonrası	Kurutma sonrası
A	1	5,34	5,18	.*	-
	2	5,20	5,11	-	-
	3	5,63	5,38	-	-
B	1	5,45	5,32	-	-
	2	5,20	5,32	-	-
	3	5,55	5,32	-	-
C	1	5,45	5,36	-	-
	2	5,20	5,63	-	-
	3	5,41	5,38	-	-
D	1	5,32	5,48	-	-
	2	5,26	5,30	-	-
	3	5,51	5,25	-	-

A: 150 mg/kg sodyum Nitrit, **B:** 50 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit, **C:** 100 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit, **D:** 150 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit, *: Tespit edilemedi/25 g

Sentetik nitrit ve kereviz tozu kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen *L.monocytogenes* sayılarına ait ortalamalar Tablo 20’de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere tüm muamele gruplarında sucuk hamurunda sayı 10^5 kob/g düzeyinde bulunmuştur. Fermantasyondan sonra ortalama *L.monocytogenes* sayısında önemli bir değişim gözlenmemiştir. Fermente sosislerde gıda kaynaklı patojenler açısından en kritik aşama fermantasyon aşamasıdır. Bu aşamadaki asit oluşum hızı ve derecesi ürün güvenliği açısından son derece önemlidir (Lücke 1985, Kaya ve Kaban, 2019). Mevcut bu çalışmada laktik starter kültür olarak kullanılan *L. sakei* S15 fermantasyon sırasında laktik asit üreterek pH da hızlı bir düşüşe neden olmuştur. Bu suş hem sentetik nitrit içeren hem de doğal nitrit içeren gruplarda aynı derecede asit oluşturarak pH’yı düşürmüştür. Isıl işlem görmüş sucuk ortamında fermantasyon sırasında pH’daki hızlı düşüş nedeniyle *L.monocytogenes*’in gelişiminin engellendiği düşünülmektedir. Nitekim Kaya ve Gökalp (2004b) tarafından sucuk üzerinde yapılan bir çalışmada fermantasyon sırasındaki pH düşüşünün *L.monocytogenes*’in kontrolü açısından önemli bir faktör olduğu, fermantasyonda hızlı bir pH düşüşüne neden olan suşların mevcudiyetinde *L.monocytogenes*’in gelişemediği ve olgunlaşma süresi ilerledikçe sayıda azalma görüldüğü ve bu azalmanın bakteriyosin üreten suşların kullanılması durumunda daha fazla gözlemlendiği rapor edilmiştir. Diğer bir çalışmada ise starter kültür kullanılmayan sucuk örneklerinde fermantasyon sırasında *L.monocytogenes* sayısının yüksek nitrit

seviyelerinde dahi artış gösterdiği ancak olgunlaşma süresi ilerledikçe sayının özellikle yüksek nitrit seviyelerinde daha fazla bir düşüş gösterdiği rapor edilmiştir (Kaya ve Gökalp, 2004a). Yerel *Lactobacillus plantarum* suşlarının (S50, S51, S72, S74 ve S85) sucuk üretiminde *L.monocytogenes*'in gelişimine etkisini incelemek amacıyla yürütülen bir çalışmada da starter kültür kullanılarak üretilen grupta fermantasyonun ilk gününde *L.monocytogenes* sayısında az da olsa bir artış olduğu buna karşı yerel suşların kullanıldığı gruplarda sayının azaldığı ve *L.plantarum* S50 varlığında üretim süresince 2,74 logaritmik birimlik bir redüksiyonun gerçekleştiği rapor edilmiştir (Kamiloğlu *et al.* 2019). Isıl işlem görmüş sucuk üzerinde yürütülen mevcut bu araştırmada kereviz tozu kaynaklı nitrit seviyesinin 50 mg/kg düzeyinde olması durumunda dahi *L.monocytogenes* sayısında bir artış gözlenmemiştir. Bu sonuç bu doğal katkı maddesinin starter kültürlü ürünlerde düşük seviyelerde kullanılması durumunda dahi *L.monocytogenes* açısından bir risk arz etmediğini göstermektedir. Fermente sosislerde nitrit seviyesi, asit oluşum hızı ve derecesi, pH, su aktivitesi, redoks potansiyeli gibi faktörler önemli engel etkenlerdir (Lücke 1985; Sallan ve Kaya, 2021). Nitritin *L.monocytogenes*'e karşı inhibitör etki gösterebilmesi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. İn vitro koşullarda gerçekleştirilen bir çalışmada 100 mg/kg nitritin 4 °C, pH 5,5 ve %3 tuz varlığında *L.monocytogenes*'e karşı inhibitör etki gösterdiği bildirilmiştir (Shahamat *et al.*1980). Bu çalışmada nitrit ve asit oluşumunun sinerjist etkisinin patojen bakterinin gelişiminde önemli rol oynadığı düşünülmektedir. Sullivan *et al.* (2012) tarafından jambon üzerinde yürütülen bir çalışmada da nitrit kaynağı olarak bio-dönüştürülmüş kereviz suyu tozunun kullanımının geleneksel kürlenme yönteminden *L.monocytogenes*'in inhibisyonu açısından önemli bir farklılık göstermediği rapor edilmiştir. Konuyla ilgili diğer bir çalışmada dilimlenmiş jambonlarda kereviz suyu konsantresinin *L.monocytogenes*'in gelişimine etkisi araştırılmış ve kereviz kaynaklı nitrit seviyelerinin (100 ve 200 mg/kg nitrit) sentetik nitritin aynı seviyeleri ile benzer sonuçlar verdiği rapor edilmiştir (Horsch *et al.* 2014).

Tablo 20. Sentetik Nitrit ve Kereviz Tozu Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucukların Üretim Aşamalarında Belirlenen *L.monocytogenes* Sayılarına Ait Ortalamalar

Muamele	Hamur	Fermantasyon sonrası	Isıl işlem sonrası	Kurutma sonrası
A	5,39±0,22	5,22±0,17	.*	-
B	5,40±0,18	5,32±0,04	-	-
C	5,35±0,18	5,46±0,17	-	-
D	5,36±0,18	5,36±0,12	-	-

A: 150 mg/kg sodyum Nitrit, B: 50 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit, C: 100 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit, D: 150 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit, *: Tespit edilemedi/25 g

Isıl işlem görmüş sucuk fermentasyon, ısıtma işlemi ve kurutma olmak üzere 3 ana işlem basamağı uygulanarak üretilen yarı kuru bir fermente sosis çeşididir. Bu sosis çeşidinin üretiminde kürlenme ajanı olarak sadece nitritin kullanılmasına müsaade edilmektedir (Anonim 2013). Isıl işlem genellikle iç sıcaklık 60°C-68°C olacak şekilde uygulanmaktadır (Soyutemiz vd 2001; Toptancı 2007; Ercoşkun *et al.* 2010; Çakır *et al.* 2013). Bu uygulama gıda kaynaklı patojenlerin inhibisyonu, üretim süresinin kısaltılması, raf ömrünün artırılması ve üretim maliyetlerinin azaltılması açısından önemli katkı sağlamaktadır (Armutçu *et al.* 2020). Mevcut bu çalışmada 68 °C’lik iç sıcaklık uygulaması neticesinde *L.monocytogenes* sayısı tüm muamelelerde saptanabilir sınırın altında bulunmuştur. Bu sonuç 68 °C’lik iç sıcaklık uygulamasında *L.monocytogenes* sayısında en az 3 logaritmik birimlik bir redüksiyonun gerçekleştiğini göstermektedir. Ayrıca ısıtma işleminden sonra her bir muamele grubundan 2 örnek *L.monocytogenes*’in varlığı yönünden incelemek amacıyla analiz edilmiştir. Analizler neticesinde hiçbir örnekte *L.monocytogenes* bulunmamıştır. Bu sonuç *L.monocytogenes* sayısında ısıtma işlemi sonucunda (iç sıcaklık 68 °C) 5 logaritmik birimlik bir azalma olduğunu göstermektedir. Buna karşı yarı kuru bir fermente sosis üzerinde yürütülen bir çalışmada bakteriyosin pozitif *Pediococcus* suşunun varlığında dahi yeterli bir asitleşme olmayan gruplarda 64,4 °C’lik bir iç sıcaklık uygulamasında *L.monocytogenes*’in canlılığını sürdürebildiği rapor edilmiştir (Berry *et al.* 1990). Diğer taraftan et ürünlerinde *L.monocytogenes* sayısında gerekli redüksiyonun sağlandığı ısıtma işlemi koşullarında diğer gıda kaynaklı spor oluşturmeyen patojen olmayan mikroorganizmaların da inaktif olduğu bildirilmiştir (MPI, 2015). Ancak Salmonella ve *E.coli*’nin inhibisyonunun sağlandığı koşullar *L.monocytogenes* için yeterli olmamaktadır. Bununla birlikte ısıtma işlemi etkinliğinde hammadde ve ürünün yağ oranı, tuz oranı, a_w gibi özelliklerinin yanı sıra ısıtma işlemi metodu, ısıtma işleminin hızı, asit, ısı şoku, koruyucu madde gibi stres faktörleri de önemli rol oynamaktadır (Doyle 2001).

Isıl işlem görmüş sucuk üretiminde ısıtma işlemi uygulamasından sonra 16-18 °C arasında değişen sıcaklıklarda bir kurutma işlemi uygulanmaktadır. Kurutma sonucunda ürünün suyunun uzaklaşması nedeniyle a_w değeri düşüş göstermektedir. a_w değerindeki bu düşüş de ürünün mikrobiyolojik stabilitesine katkıda bulunmaktadır. Bununla birlikte Gram pozitif, fakültatif anaerob bir gıda kaynaklı patojen olan *L.monocytogenes*’in düşük pH ve yüksek tuz konsantrasyonlarında da dahi canlılığını sürdürebildiğinden ürün tipine göre engel etkenler dikkate alınarak kontrolünün yapılması büyük önem arz etmektedir (Xi *et al.* 2011).

Isıl İşlem Görmüş Sucuk Örneklerinin Laktik Asit Bakteri Sayıları

Sentetik ve kereviz tozu kaynaklı nitrit kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucuk gruplarında üretim süresince belirlenen laktik asit bakteri sayıları Tablo 21’de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere ısıl işlem görmüş sucuk hamurlarında starter kültür kullanımından dolayı laktik asit bakteri sayısı tüm üretim gruplarında 7,34 ile 7,61 log kob/g arasında değişmiştir. Starter kültür olarak kullanılan *L.sakei* S15 suşu 22 °C’de 24 saat süreyle gerçekleştirilen fermentasyon sırasında iyi bir gelişme göstermiş ve fermentasyon sonunda laktik asit bakteri sayılarında 1 logaritmik birim civarında artış gözlenmiştir. Isıl işlem ve kurutma aşamalarından sonra ise laktik asit bakteri sayısı saptanabilir sınırın altında bulunmuştur.

Tablo 21. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarında Üretim Süresince Belirlenen Laktik Asit Bakteri Sayıları

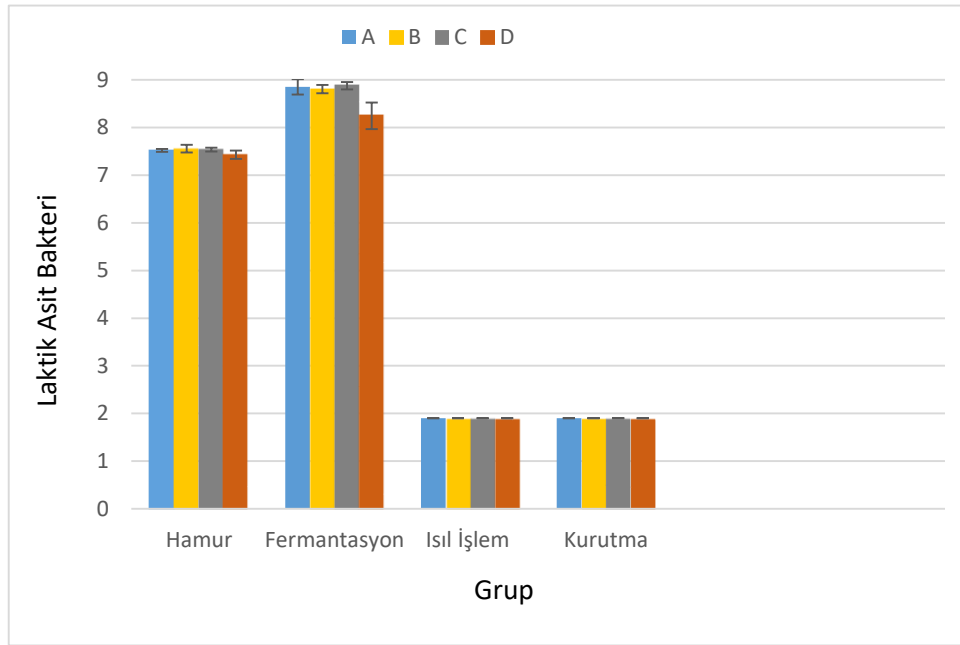
Muamele	Grup (Blok)	Hamur	Fermentasyon sonrası	Isıl işlem sonrası	Kurutma sonrası
A	1	7,49	8,99	<2	<2
	2	7,51	8,67	<2	<2
	3	7,55	8,89	<2	<2
B	1	7,59	8,93	<2	<2
	2	7,61	8,71	<2	<2
	3	7,46	8,77	<2	<2
C	1	7,56	8,93	<2	<2
	2	7,56	8,92	<2	<2
	3	7,49	8,77	<2	<2
D	1	7,51	8,18	<2	<2
	2	7,34	8,00	<2	<2
	3	7,43	8,55	<2	<2

A: 150 mg/kg sodyum Nitrit, **B:** 50 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit, **C:** 100 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit, **D:** 150 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit

Isıl işlem görmüş sucuklarda sentetik nitrit ve kereviz tozu kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukta laktik asit bakterileri sayısında üretim aşamalarında belirlenen değişimler Şekil 1’de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere A muamelesinde $7,51 \pm 0,03$ log kob/g düzeyinde olan ortalama laktik asit bakteri sayısı B, C ve D muamelelerinde sırasıyla, $7,55 \pm 0,08$, $7,53 \pm 0,04$ ve $7,42 \pm 0,09$ log kob/g olarak saptanmıştır. Fermentasyon aşamasında ise laktik asit bakteri sayısı artış göstermiş ve A, B, C ve D muamelelerinde sırasıyla $8,85 \pm 0,16$, $8,80 \pm 0,09$, $8,87 \pm 0,08$ ve $8,24 \pm 0,28$ log kob/g olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre 150

mg/kg doğal nitrit muamelesi diğer gruplara göre 0,5 logaritmik birim daha düşük ortalama sayı vermiştir. Bununla birlikte bu muamele grubunda arzu edilen pH düşüşü gerçekleşmiştir (Tablo 1).

Isıl işlem görmüş sucuk örneklerinde 68 °C’lik iç sıcaklık uygulaması neticesinde laktik asit bakteri sayısı tüm gruplarda saptanabilir sınırın altında (<2 log.kob/g) bulunmuştur. Bu sonuç uygulanan ısıl işlem koşullarında starter kültür kullanılan *L.sakei* S15’de önemli bir redüksiyon olduğunu göstermektedir. Benzer sonuçlar diğer araştırmalarda da rapor edilmiştir (Ercoşkun 2006; Yılmaz Oral and Kaban, 2021). Isıl işlem görmüş sucukta kullanılan starter kültür, mikroflora, ısıl işlemin derecesine bağlı olarak ısıl işlem aşamasında laktik asit bakteri sayısında redüksiyon söz konusu olabilmektedir (Ercoşkun 2006; Öz *et al.* 2018; Yılmaz Oral and Kaban, 2021).



Şekil 1. Isıl İşlem görmüş sucuklarda sentetik nitrit ve kereviz tozu kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukta laktik asit bakterileri sayısında üretim aşamalarında belirlenen değişimler

Isıl İşlem Görmüş Sucuk Örneklerinin *Micrococcus/Staphylococcus* Sayıları

Sentetik ve kereviz tozu kaynaklı nitrit kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucuk gruplarında üretim süresince belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayıları Tablo 22’de verilmiştir. Buna göre A, B, C ve D muamelelerinde *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı 6,01-6,86, 6,47-7,97, 6,30-6,56 ve 6,20-6,68 log kob/g olarak saptanmıştır. Bu sonuç ısıl işlem görmüş sucuk hamurlarına starter kültür olarak ilave edilen *S.xylosus* GM92 suşundan ileri gelmektedir. Fermentasyondan sonra ise bazı gruplarda az da olsa bir artış gözlenmiştir. Isıl işlem ve kurutma sırasında ise *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı saptanabilir sınırın altına düşmüştür (Tablo 22).

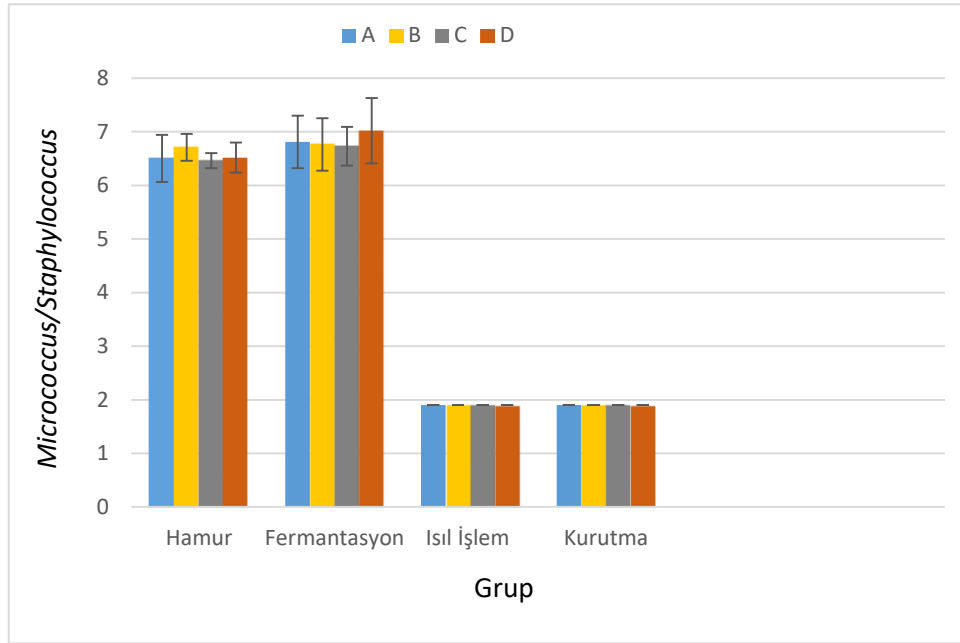
Tablo 22. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarında Üretim Süresince Belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* Sayıları (log kob/g)

Muamele	Grup (Blok)	Hamur	Fermentasyon sonrası	Isıl işlem sonrası	Kurutma sonrası
A	1	6,86	6,86	<2	<2
	2	6,64	7,28	<2	<2
	3	6,01	6,30	<2	<2
B	1	6,97	6,98	<2	<2
	2	6,69	7,11	<2	<2
	3	6,47	6,20	<2	<2
C	1	6,52	6,69	<2	<2
	2	6,56	7,11	<2	<2
	3	6,30	6,39	<2	<2
D	1	6,68	7,68	<2	<2
	2	6,68	6,91	<2	<2
	3	6,20	6,47	<2	<2

A: 150 mg/kg sodyum Nitrit, **B:** 50 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit, **C:** 100 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit, **D:** 150 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit

Isıl işlem görmüş sucuklarda sentetik nitrit ve kereviz tozu kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukta *Micrococcus/Staphylococcus* sayısında üretim aşamalarında belirlenen değişimler Şekil 2’de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı fermentasyon sırasında D muamelesinde diğer muamelelere göre daha fazla bir artış olmuştur. Ancak bu artışlar 0,5 logaritmik birimden fazla olmamıştır. Bu mikroorganizmaların aside hassas olduklarından fermentasyon aşamasında ya çok az ya da hiç gelişmedikleri bildirilmektedir (Lücke 1985; Öz *et al.* 2018; Kaya ve Kaban, 2019; Yılmaz Oral and Kaban, 2021).

Isıl işlem sırasında tüm muamelelerde *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı saptanabilir sınırın altında bulunmuştur. Isıl işlem uygulamasından sonra ısıl işlem görmüş sucuğun *Micrococcus/Staphylococcus* sayısında azalmalar olduğu diğer araştırmalar ile de ortaya konulmuştur (Ercoşkun 2006; Ercoşkun vd 2010; Yılmaz Oral and Kaban, 2021). Diğer taraftan Kurt ve Zorba (2010) tarafından yapılan araştırmada olgunlaştırma süresi, nitrit seviyesi ve farklı iç sıcaklık uygulamalarının (30, 40, 60, 80 ve 90 °C) sucuğun mikrobiyolojik özelliklerine etkileri incelenmiş ve ısıl işlem uygulamasının örneklerin mikroorganizma sayılarında önemli azalmaya sebep olduğu ancak nitritin Enterobacteriaceae, küf ve mayalar üzerinde sadece olgunlaşmanın ilk günlerinde etkili olduğu rapor edilmiştir.



Şekil 2. Isıl İşlem görmüş sucuklarda sentetik nitrit ve kereviz tozu kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukta *Micrococcus/Staphylococcus* sayısında üretim aşamalarında belirlenen değişimler

Isıl İşlem Görmüş Sucuk Örneklerinin Enterobacteriaceae Sayıları

Sentetik ve kereviz tozu kaynaklı nitrit kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucuk gruplarında üretim süresince belirlenen Enterobacteriaceae sayıları Tablo 23’de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere sucuk hamurunda ilk iki üretimde (blok) Enterobacteriaceae sayısı saptanabilir sınırın altında bulunmuştur. Üçüncü grup üretimde ise A muamelesinde 3,0 log kob/g seviyesinde Enterobacteriaceae sayısı saptanmıştır. B, C, ve D muamelelerinde ise sırasıyla 2,84, 2,77 ve 2,69 log kob/g seviyesinde Enterobacteriaceae sayısı gözlenmiştir. Bu durum 3. grupta hammadde olarak kullanılan etin mikrobiyolojik kalitesinin 1. ve 2. grup deneme üretimlerinde kullanılan hammaddelere göre daha düşük olduğunu göstermektedir. Fermantasyon, ısıl işlem ve kurutma aşamalarında ise tüm örneklerde sayı saptanabilir sınırın altında bulunmuştur. Fermantasyon aşamasında sayının saptanabilir sınırın altında olması pH’nın hızlı bir şekilde düşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Yılmaz Oral and Kaban, 2021). Ayrıca bu mikroorganizmalar üzerinde nitritin de önemli bir antimikrobiyal aktivitesi söz konusudur (Kurt and Zorba, 2010).

Tablo 23. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarında Üretim Süresince Belirlenen Entrobacteriaceae Sayıları (log kob/g)

Muamele	Grup (Blok)	Hamur	Fermantasyon sonrası	Isıl işlem sonrası	Kurutma sonrası
A	1	< 2	< 2	< 2	< 2
	2	< 2	< 2	< 2	< 2
	3	3,0	< 2	< 2	< 2
B	1	< 2	< 2	< 2	< 2
	2	< 2	< 2	< 2	< 2
	3	2,84	< 2	< 2	< 2
C	1	< 2	< 2	< 2	< 2
	2	< 2	< 2	< 2	< 2
	3	2,77	< 2	< 2	< 2
D	1	< 2	< 2	< 2	< 2
	2	< 2	< 2	< 2	< 2
	3	2,69	< 2	< 2	< 2

A: 150 mg/kg sodyum Nitrit, **B:** 50 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit, **C:** 100 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit, **D:** 150 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit

Isıl İşlem Görmüş Sucuk Örneklerinin Maya ve Küf Sayıları

Sentetik ve kereviz tozu kaynaklı nitrit kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucuk gruplarında üretim süresince belirlenen maya ve küf sayıları Tablo 24’de verilmiştir. Isıl işlem görmüş sucuk hamurlarında 10^2 ve 10^3 kob/g düzeyinde belirlenen maya ve küf sayısında fermantasyon aşamasında sınırlı bir değişim gözlenmiştir. Isıl işlem ve kurutma aşamasında ise maya ve küf sayısı saptanabilir sınırın altında tespit edilmiştir.

Tablo 24. Sentetik ve Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit Kullanılarak Üretilen Isıl İşlem Görmüş Sucuk Gruplarında Üretim Süresince Belirlenen Maya ve Küf Sayıları (log kob/g)

Muamele	Grup (Blok)	Hamur	Fermantasyon sonrası	Isıl işlem sonrası	Kurutma sonrası
A	1	3,60	2,30	< 2	< 2
	2	2,78	2,85	< 2	< 2
	3	3,25	2,69	< 2	< 2
B	1	2,00	2,30	< 2	< 2
	2	2,85	2,95	< 2	< 2
	3	3,49	3,04	< 2	< 2
C	1	2,30	3,60	< 2	< 2
	2	2,54	2,85	< 2	< 2
	3	3,44	2,90	< 2	< 2
D	1	2,30	3,00	< 2	< 2
	2	2,60	3,20	< 2	< 2
	3	3,50	2,54	< 2	< 2

A: 150 mg/kg sodyum Nitrit, **B:** 50 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit, **C:** 100 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit, **D:** 150 mg/kg Kereviz Tozu Kaynaklı Nitrit

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Isıl işlem görmüş sucuk ülkemizde yaygın olarak üretilen yarı kuru fermente bir sosis çeşididir. Üretim fermentasyon, ısıl işlem ve kurutma olmak üzere üç ana işlem basamağına dayanmaktadır. Bu ürünün üretiminde hızlı bir fermentasyon söz konusu olduğundan kürlenme ajanı olarak sadece nitrit (150 mg/kg) kullanımına müsaade edilmektedir. Nitrit işlenmiş et ürünleri için çok fonksiyonlu bir gıda katkı maddesidir. Bu katkı maddesi *Clostridium botulinum* ve *Listeria monocytogenes* başta olmak üzere gıda kaynaklı patojenler ile bozulmaya neden olan mikroorganizmaların gelişimini engellemekte, ayrıca antioksidan aktivitesi ile yağların otooksidasyonunu geciktirmekte, renk oluşumu ile kür lezzetinin gelişiminde rol oynamaktadır (Lücke 1985). Bununla birlikte nitrit nitrozamin oluşumuna da sebep olmaktadır. Bu nedenle tüketicilerin kür edilmemiş doğal ürünlere olan talebi, kür edilmemiş diğer bir ifade ile nitrat ve nitrit ilave edilmemiş, yeşil etiketli ürünlerin pazar payını gün geçtikçe artırmaktadır (Xi *et al.* 2011). Alternatif kür uygulamaları içerisinde kereviz, ıspanak ve pazı tozu gibi sebze ekstraktları daha fazla ilgi görmekte ve buna bağlı olarak araştırmalar yürütülmektedir. Doğal katkıların kürlenme ajanı olarak kullanımına yönelik araştırmalarda bu katkıların ürünün fiziko-kimyasal, duyuşsal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi araştırılmaktadır. Mevcut bu araştırma kereviz tozunun nitrit kaynağı olarak kullanımının ısıl işlem görmüş sucukta *L.monocytogenes*'in davranışına ve diğer bazı fiziko-kimyasal özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Ticari kereviz tozu (nitratı nitrite dönüştürülmüş) kullanılarak 3 farklı seviyede nitrit içeren (50 ppm, 100 ppm ve 150 ppm) ısıl işlem görmüş sucuk hamurları hazırlanmıştır. Ayrıca kontrol grubu olarak sentetik nitrit kullanılmıştır (150 ppm). Her bir sucuk hamuru *L.monocytogenes* ile 10^5 kob/g düzeyinde kontamine edilmiştir. Üretim aşamalarında her bir gruba ait örneklerde *L.monocytogenes*'in yanı sıra diğer mikrobiyolojik sayımlar ve bazı fiziko-kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler istatistiki analizlere tabi tutularak değerlendirilmiş ve aşağıda verilen sonuç ve öneriler çıkarılmıştır.

1. Nitrit kaynağı olarak kereviz tozu kullanımı ısıl işlem görmüş sucuğun pH değerinde az da olsa bir artışa sebep olmaktadır. Ancak bu artış fermentasyon aşamasında ürünün mikrobiyolojik ve diğer özelliklerini etkileyecek düzeyde olmamıştır. Fermentasyon aşamasında pH değeri hem sentetik nitrit kullanılan gruplarda hem de 50, 100 ve 150 mg/kg kereviz tozu kaynaklı nitrit kullanılan gruplarda genellikle 5,00'in altına düşmüştür. Fermentasyondan sonra ortalama pH değeri ise 4,92 olarak

ölçülmüştür. Isıl işlem sırasında ise pH değerinde bir artış gözlemlenmiştir. Diğer taraftan doğal nitrit kullanımı ve üretim aşaması arasında herhangi bir interaksiyon söz konusu olmamıştır. Diğer bir ifade ile gerek sentetik nitrit gerekse doğal nitrit kullanılan gruplarda üretim süresince benzer değişimler gözlenmiştir.

2. Bu çalışmada muamele olarak tanımlanan sentetik ve doğal nitrit kullanımı su aktivitesi üzerinde de önemli bir etki göstermemiştir. Bu sonuç kereviz tozunun ürünün kurumasında önemli bir etkisinin olmadığını bir işareti olarak değerlendirilmiştir.
3. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde ısıtılmış sucukta 150 mg/kg düzeyinde nitrit kullanımına müsaade edilmektedir (Anonim 2013). Üretimin sonundaki nitrit, kalıntı nitrit olarak tanımlanmakta ve diğer işlenmiş et ürünlerinde olduğu gibi fermente sosislerde de önemli bir kalite kriteri olarak değerlendirilmektedir. Nitrozamin oluşumunda başlangıç nitrit seviyesi önemli bir faktör olup bazı nitrozaminlerde seviye arttıkça nitrozamin içeriği de artmaktadır (De Mey *et al.* 2017). Bu nedenle mevzuatta belirlenen sınır değer üzerinde nitrit kullanılmasına müsaade edilmemektedir. Ayrıca kalıntı nitrit seviyesi de nitrozamin oluşumunda önemli rol oynadığından seviyesinin düşük olması ürün güvenliği açısından önem arz etmektedir. Mevcut bu çalışmada 50 ppm kereviz tozu kaynaklı nitrit kullanımı en düşük kalıntı nitrit seviyesini vermiştir (<10 mg/kg). Diğer gruplar arasında ise istatistiki açıdan bir farklılık gözlenmemiştir.
4. Renk, ısıtılmış sucuk da dahil olmak üzere et ve et ürünlerinde önemli bir kalite kriteridir. Isıl işlem görmüş sucukta son üründe renk, nitrozohemokromdan kaynaklanmaktadır. Kereviz tozu kullanımı parlaklığın göstergesi olan L* değeri üzerinde önemli bir etki göstermezken, kırmızı renk yoğunluğunu ifade eden a* değerinde düşüşe neden olmuştur. Doğal nitrit içeren gruplar arasında en düşük değer 150 mg/kg doğal nitrit seviyesinde gözlemlenmiştir. Bu seviyede doğal nitrit kullanımı b* değerinde de düşüşe sebep olmuştur.
5. Fermente sosislerde *L.monocytogenes*, *E.coli* O157:H7 ve *S.aureus* önemli gıda kaynaklı patojenlerdir. *L.monocytogenes*'in fermente sosislerde kontrolünde fermentasyon aşamasındaki asit oluşum hızı ve derecesi önemli bir engel etken olarak değerlendirilmektedir. Starter kültür kullanılmayan ürünlerde az da olsa bir gelişme gözlenebilmekte ve daha sonra sayıda önemli redüksiyonlar gerçekleşebilmektedir (Kaya ve Gökalp, 2004a,b; Kamiloğlu *et al.* 2019) Mevcut bu çalışmada ısıtılmış sucukta starter kültür olarak *L.sakei* S15 ve *S.xyloso* GM92 suşları kullanılmıştır. *L.sakei* S15 suşunun fermentasyon sıcaklığında hızlı bir

şekilde çoğalarak pH'yı düşürmesi neticesinde hem sentetik nitrit içeren gruplar da hem de doğal nitrit kullanılan gruplarda *L.monocytogenes* sayısında önemli bir değişim gözlenmemiştir. Buna göre 50 mg/kg doğal nitrit seviyesinde dahi *L.sakei* S15 *L.monocytogenes*'in gelişimini engelleyebilmiştir. Bununla birlikte nitritin de bu inhibisyonda etkili olduğu düşünülmektedir. Isıl işlem görmüş sucuk üretiminde genellikle 60-68 °C'lik iç sıcaklık uygulamaları kullanılmaktadır. Mevcut bu araştırmada 68 °C'lik bir iç sıcaklık esas alınarak ısıl işlem uygulanmıştır. Isıl işlemten sonra tüm gruplarda *L.monocytogenes* inaktive edilebilmiştir.

6. Starter kültür olarak kullanılan *L.sakei* S15 suşu 22 °C'de 24 saat süreyle gerçekleştirilen fermantasyon sırasında iyi bir gelişme göstermiş ve 1 logaritmik birim civarında artış olmuştur. Isıl işlem ve kurutma aşamalarında ise laktik asit bakteri sayısı saptanabilir sınırın altında bulunmuştur.
7. Isıl işlem görmüş sucuk hamurlarında starter kültür olarak ileve edilen *S.xylosus* GM92'den dolayı *Micrococcus/Staphylococcus* 10⁶ kob/g olarak tespit edilmiştir. Fermantasyon aşamasında ise sınırlı düzeyde bir değişim gözlemlenmiştir. Isıl işlem uygulması ile *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı saptanabilir sınırın altına düşmüştür.
8. Isıl işlem görmüş sucuk hamurlarında Entrobacteriaceae sayısı <10² ile <10³ kob/g arasında değişmiştir. Fermantasyon aşamasında ise sayı saptanabilir sınırın altında bulunmuştur (<2 log kob/g). Entrobacteriaceae'nın inhibisyonunda nitrit önemli bir engel etkindir. Mevcut bu çalışmada bazı örneklerde başlangıçta 10³ kob/g seviyesinde olan Entrobacteriaceae sayısının fermantasyon aşamasında saptanabilir sınırın altında olmasında asitleşmenin yanı sıra nitritin de etkili olduğu düşünülmektedir.
9. Isıl işlem görmüş sucuk hamurlarında 10² ve 10³ kob/g düzeyinde belirlenen maya ve küf sayısında fermantasyon aşamasında sınırlı bir değişim gözlemlenmiştir. Fermantasyondan sonra uygulanan ısıl işlem ve kurutma proseslerinde ise maya ve küf sayısı saptanabilir sınırın altında tespit edilmiştir.

Sonuç olarak ısıl işlem görmüş sucuk üretiminde nitrit kaynağı olarak kereviz tozu kullanımının ürünün pH değeri üzerinde sınırlı bir etkisinin olduğu, bu uygulamanın a_w değerinde etkisinin olmadığı, 50 mg/kg kereviz tozu kaynaklı nitrit kullanımının daha düşük kalıntı nitrit seviyesi verdiği, kereviz tozunun L* değerinde önemli bir etki göstermediği ancak a* değerini düşürdüğü, laktik asit bakterileri ile *Micrococcus/Staphylococcus*'ların tüm gruplarda benzer bir davranış gösterdiği, 50 ppm doğal nitrit seviyesinde dahi starter kültür mevcudiyetinde *L.monocytogenes*'in gelişiminin engellendiği, uygulanan 68 °C'lik iç

sıcaklığın *L.monocytogenes* sayısında 5 logaritmik birim civarında bir redüksiyona neden olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Akyol, Y., 2021. Isıl işlem görmüş sucukta yerel laktik asit bakteri suşlarının *staphylococcus aureus*'un gelişimine etkileri. Atatürk Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Alahakoon, A. U., Jayasena, D. D., Ramachandra, S., Jo, C. (2015). Alternatives to nitrite in processed meat: up to date, Trends in Food Science & Technology 45, 37-49.
- Anonim, (2013). Türk Gıda Kodeksi, Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği No. 2013/28693, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, 2019. Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği, Sayı. 30670, Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Armutçu, Ü., Hazar, F.Y., Yılmaz Oral, Z.F., Kaban, G. and Kaya, M., 2020. Effects of different internal temperature applications on quality properties of heat-treated sucuk during production. Journal of Food Processing and Preservation, 44 (6), 1-8.
- Awaiwanont, N., Smulders, F.J.M., and Paulsen, P., 2015. Growth potential of *Listeria monocytogenes* in traditional Austrian cooked-cured meat products. Food Control, 50, 150-156.
- Babaoğlu, A.S., 2020. "Kurutulmuş Bazı Sebze Tozlarının Fermente Sucuk Üretiminde Alternatif Kürlenme Ajanı Olarak Kullanılabilirlik İmkanları" Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya.
- Baumgart, J., Eigener, V., Firnhaber, J., Hildebrandt, G., Reenen Hoekstra, E.S., Samson, R.A., Spicher, G., Timm, F., Yarrow, D. and Zschaler, R., 1993. Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln, (3., aktualisierte und erw. Aufl.), Hamburg, Germany.
- Berry, E.D., Liewen, M.B., Mandigo, R.W., Hutkins, R.W. 1990. "Inhibition of *Listeria monocytogenes* by bacteriocin-producing *Pediococcus* during the manufacture of fermented semi dry sausage", Journal of Food Protection, 55(3), 194-197.
- Candan T. ve A. Bağdatlı (2018). Et Ürünlerinde Nitrit / Nitrat Azaltılmasına Yönelik Doğal Uygulamalar. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 24.7 (2018): 1382-1387.
- Çakır, M. A., Kaya, M., & Kaban, G. (2013). Effect of heat treatment on the volatile compound profile and other qualitative properties of sucuk. Fleischwirtschaft International, 5, 69–74.
- Çiçek, Ü., Kolsarıcı, N., Candoğan, K., 2015. The sensory properties of fermented Turkey sausages: effects of processing methodologies and starter culture. Journal of Food Processing and Preservation, 39(6), 663-670.
- Çolak, H., Hampikyan, H., Ulusoy, B., and Bingöl, E. B. (2007). Presence of *Listeria monocytogenes* in Turkish style fermented sausage (sucuk). Food Control, 18(1), 30-32.
- Dalmış, U., 2007. Sucukta üretim ve depolama sırasında meydana gelen mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişimler. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Daniel, W., Alexis, A., Martin, W. and Henk, C. den B., 2015. *Listeria booriae* sp. nov. and *Listeria newyorkensis* sp. nov., from food processing environments in the USA. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 65, 286–292.
- De Mey, E., De Klerck, K., De Maere, H., Dewulf, L., Derdelinckx, G., Peeters, M-C., Fraeye, I., Heyden, Y.V., Paelinck, H. (2014). The occurrence of N-nitrosamines, residual nitrite and biogenic amines in commercial dry fermented sausages and evaluation of their occasional relation, *Meat Science*, 96, 821-828.
- De Mey, E., De Maere, H., Paelinck H., Fraeye, I., (2017). Volatile N-nitrosamines in meat products: Potential precursors, influence of processing, and mitigation strategies, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(13), 2909-2923.
- Doyle, M.E., Mazzotta, A.S., Wang, T., Wiseman, D.W., Scott, V.N., 2001. "Heat Resistance of *Listeria monocytogenes*", *Journal of Food Protection*, 64(3), 410–429.
- Ellen, G., Eqmond, E., Sahertian, E. T. (1986). N-nitrosamines and residual nitrite in cured meats from the Dutch market. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung*, 182(1), 14–18. <https://doi.org/10.1007/BF01079884>.
- Ercoşkun, H., 2006. Isıl İşlem Uygulanarak Üretilen Sucukların Bazı Kalite Özelliklerine Fermantasyon Süresinin Etkileri. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ercoşkun, H., Tağı, Ş. and Ertaş, A.H., 2010. The effect of different fermentation intervals on the quality characteristics of heat-treated and traditional sucuks. *Meat Science*, 85, 174-181.
- Ercoşkun, H., Tağı, Ş., & 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.
- Farber, J.M., and Peterkin, P.I., 1991. *Listeria monocytogenes*, a food-borne pathogen. *Microbiological reviews* 55(3), 476-511.
- Ferreira, V., Wiedmann, M., Teixeira, P., and Stasiewicz, M. J., 2014. *Listeria monocytogenes* persistence in food-associated environments: epidemiology, strain characteristics, and implications for public health. *Journal of food protection*, 77(1), 150-170.
- Gassara, F., Kouassi, A.P., Brar, S.K., Belkacemi, K., (2016). Green Alternatives to Nitrates and Nitrites in Meat-based Products– A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56, 2133-2148.
- Gavinelli, M., Fanelli, R., Bonfanti, M., Davoli, E., Airoidi, L. (1988). Volatile nitrosamines in foods and beverages: Preliminary survey of the Italian market. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 40(1), 41–46.
- Glass, K.A. and Doyle, M.P., 1989. Fate of *Listeria monocytogenes* in Processed Meat Products during Refrigerated Storage. *Applied And Environmental Microbiology*, 55(6), 1565-1569.
- Golden, M. C., McDonnell, L. M., Sheehan, V., Sindelar, J. J., Glass, K. A. (2014). Inhibition of *Listeria monocytogenes* in deli-style Turkey breast formulated with cultured celery powder and/or cultured sugar–vinegar blend during storage at 4 °C. *Journal of Food Protection*, 77(10), 1787–1793.
- Gökalg, H.Y., Kaya, M.,Tülek Y. ve Zorba, Ö., 2010. Et ve ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu. Atatürk Üniv. Yayın No:751, Ziraat Fak. Yayın No:318, Ders Kitapları Serisi, No: 69, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ofset Tesisi, Erzurum.

- Herrmann, S. S., Granby, K., Duedahl-Olesen, L. (2015). Formation and mitigation of N-nitrosamines in nitrite preserved cooked sausages. *Food Chemistry*, 174, 516–526. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.101>.
- Horsch, A.M., Sebranek, J.G.; Dickson, J.S., Niebuhr, S.E., Larson, E.M., Lavieri, N.A., Ruther, B.L., Wilson, L.A., (2014). The effect of pH and nitrite concentration on the antimicrobial impact of celery juice concentrate compared with conventional sodium nitrite on *Listeria monocytogenes*, *Meat Science*, 96(2014), 400-407.
- ISO 11290-1: 2017 Microbiology of the food chain - Horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes* and of *Listeria* spp. – Part 1: detection method.
- İşıksal, S., 2021. Sucuk üretiminde bitkisel kaynaklı nitrat kullanımı. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Jo, K., Lee, S., Yong, H.I., Choi, Y.S., Jung, S., (2020). Nitrite sources for cured meat products, *LWT-Food Science and Technology*, 129(2020), 109583.
- Junttila, J., Hirn, J., Hill, P. and Nurmi, E., 1989. Effect of different levels of nitrite and nitrate on the survival of *Listeria monocytogenes* during the manufacture of fermented sausage. *J. Food Prot.*, 52, 158-161.
- Kaban, G., Kaya, M. and Lücke, F.K., 2012. Meat starter cultures. In: Encyclopedia of Biotechnology in Agriculture and Food, pp.1-4. Taylor&Francis, UK.
- Kaban, G., Kaya, M., Lücke, F.K., (2010). The Effect of *Lactobacillus sakei* on the Behavior of *Listeria monocytogenes* on Sliced Bologna-Type Sausages, *Journal of Food Safety*, 30(2010), 889-901.
- Kaban, G., Polat, Z., Sallan, S., Kaya, M. (2022). The occurrence of volatile N-nitrosamines in heat-treated sucuk in relation to pH, aw and residual nitrite. *Journal of Food Science and Technology*, 59(5), 1748-1755.
- Kamiloğlu, A., Kaban, G. and Kaya M., 2019. Effects of autochthonous *Lactobacillus plantarum* strains on *Listeria monocytogenes* in sucuk during ripening. *Food Safety*, 39, 1-6.
- Kaya, M. ve Gökalp, H.Y., 2004b. Farklı Laktik Starter Kültürler Kullanılarak Üretilen Sucuklarda *Listeria monocytogenes*' in Davranışı. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 28, 1113-1120.
- 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 Özellikleri . Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı Doktora Tezi. Erzurum.
- Kaya, M., Kaban, G. (2019). Fermente Et Ürünleri. Gıda Biyoteknolojisi. Editör Necla ARAN, ss. 157-195, 7. Basım, ISBN: 978-605-133-134-8, Nobel Yayıncılık, İstanbul.
- Kaya, M., ve Gökalp, H.Y., 2004a. Sucuk Üretiminde Starter Kültür Kullanımının ve Farklı Nitrit Dozlarının *Listeria monocytogenes*' in Gelişimi Üzerine Etkisi. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 28, 1121-1127.
- Kim, T.K, Hwang, K.E., Song, D.H., Ham, Y.K., Kim, Y.B, Paik, H.D., Choi, Y.S. 2019. “Effect of natural nitrite source from Swiss chard on quality characteristics of cured pork loin” *Asian-Australasian of Animal Sciences*, 32(12), 1933-1941.
- King, A. M., Glass, K. A., Milkowski, A. L., Seman, D. L., & Sindelar, J. J. (2016). Modeling the impact of ingoing sodium nitrite, sodium ascorbate, and residual nitrite concentrations on growth parameters of *Listeria monocytogenes* in cooked, cured pork sausage. *Journal of food protection*, 79(2), 184-193.

- King, A.M., Glass, K.A., Milkowski, A.L., Sindelar, J.J., 2015. "Comparison of the effect of curing ingredients derived from purified and natural sources on inhibition of *Clostridium perfringens* outgrowth during cooling of deli-style Turkey breast" *Journal of Food Protection*, 78(8), 1527-1535.
- Koçan D., ve Halkman A.K., 2006. *Listeria monocytogenes* ve Listeriozis. *GIDA*, 31(3), 133-140.
- Kurt, S., Zorba, O. 2010. "The microbiological quality of Turkish dry fermented sausage (sucuk), as affected by ripening period, nitrite level and heat treatment", *Food Science and Technology Research*, 16(3), 191-196.
- Lavieri, N. A., Sebranek, J. G., Cordray, J. C., Dickson, J. S., Horsch, A. M., Jung, S., ... & Mendonça, A. F. (2014). Effects of different nitrite concentrations from a vegetable source with and without high hydrostatic pressure on the recovery of *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat restructured ham. *Journal of food protection*, 77(5), 781-787.
- Leclercq, A., Moura, A., Vales, G., Tessaud-Rita, N., Aguilhon, C., Lecuit, M., 2019. *Listeria thailandensis* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 69 (1): 74–81. doi:10.1099/ijsem.0.003097.
- Leroy, F., De Vuyst, L., (2009). Fermentation and Acidification Ingredients. In: *Ingredients in Meat Products*. Ed. Tarte, R., pp:227-252, NY:Springer, New York.
- Linton, R.H., Webster, J.B., Pierson, M.D., Bishop, J.R. and Hackney, C.R., 1992. The effect of sublethal heat shock and growth atmosphere on the heat resistance of *Listeria monocytogenes*. *Scott A.J. Food Prot.*, 55 (2), 84-87.
- Lücke, F.K., 1985. Microbiologische Vorgänge bei der Herstellung von Rohwurst und Rohschinken. In: *Microbiologie un Qualität von Rohwurst und Rohschinken*. Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 85-102, Germany.
- Martinez, L., Bastida, P., Castillo, J., Ros, G., Nieto, G., 2019. "Green Alternatives to Synthetic Antioxidants, Antimicrobials, Nitrates, and Nitrites in Clean Label Spanish Chorizo". *MDPI*, 8(184), 1-18.
- Mavelle, T., Bouchikhi, B., & Bebry, G. (1991). The occurrence of volatile N-nitrosamines in French foodstuffs. *Food Chemistry*, 42(3), 321–338.
- MPI (Ministry for Primary Industries). 2015. "Standardising D and z value for cooking raw meat", New Zealand.
- Myers K, Cannon, J., Montoya, D., Dickson, J. Lonergan, S., 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*, 9469–76.
- Nordic Committee on Food Analysis-NMKL Metod No: 165:2000. Ellen, G., Eqmond, E., and Sahertian, E. T., 1986. N-nitrosamines and residual nitrite in cured meats from the Dutch market. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 182(1), 14–18.
- Öz, E., Kabil, E., Kaban, G. and Kaya, M., 2018. Effect of autochthonous *Pediococcus acidilactici* on volatile profile and some properties of heat-treated sucuk. *Journal of Food Processing and Presevation*. 42, 1-7.
- Özçelik, N., (1994). *Listeria monocytogenes*'in Tanımı, Bulunuşu, ve Neden Olduğu Hastalıklar. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi* 1(1):33-36.
- Özdemir, M., Batı, B., Gökalp, H.Y., (1984). Nitrate, nitrite and N-nitrosamine contents of Turkish soudjouks. *Fleischwirtschaft*, 64, (12), 1497-1499.

- Öztürk Kerimoğlu, B., Serdaroğlu, M., 2020. "Residual nitrite content of heat-treated sucuk as affected by chard powder incorporation and processing" *Gıda*, 45(4), 825 - 835.
- Pennisi, L., Verrocchi, E., Paludi, D., & Vergara, A. (2020). Effects of vegetable powders as nitrite alternative in Italian dry fermented sausage. *Italian Journal of Food Safety*, 9(2).
- Pirinçci, İ., Acet, H.A., Batı, B. (1986). Sucuklarda N-nitrozamin bileşiklerinin gaz kromatografik yöntemle tayin edilmesi. *Selçuk Üniversitesi, Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 2, 1, 75-89.
- Riel, G., Boulaaba, A., Popp, J., Klein, G. (2017). Effects of parsley extract powder as an alternative for the direct addition of sodium nitrite in the production of mortadellatype sausages–Impact on microbiological, physicochemical and sensory aspects, *Meat Science*, 131, 166–175.
- Rödel, W., 1985. Rohwurstreifung-Klima und andere Einflussgrößen. In: *Mikrobiologie und Qualitat von Rohwurst und Rohschinken*. Bundensanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, S. 60-84.
- Ruiz-Capiillas, C., Tamouzi, S., Triki, M., Rodriguez-Salas, L., Jimenez-Colmenero, F., Herrero, A.M., 2015. "Nitrite-free Asian hot dog sausages reformulated with nitrite replacers". *Journal Food Science Technology*, 52(7), 4333-4341.
- Sallan S., Kaban G., Şişik Oğraş, Ş., Çelik M., Kaya, M. (2020). Nitrosamine Formation In A Semi-Dry Fermented Sausage: Effects Of Nitrite, Ascorbate And Starter Culture And Role Of Cooking. *Meat Science*, 159:107917.
- Sallan, S. ve Kaya, M., 2021. Fermente sosisler. *Mühendislik Alanında Araştırma ve Değerlendirmeler – II*, Ed. Bardak, S., Aydın, N. Ve Boztoprak, Y., Gece Kitaplığı, 1-14, Ankara.
- Sallan, S., Kaban, G., Kaya, M., (2019). Nitrosamines in Sucuk: Effects of black pepper, sodium ascorbate and cooking level, *Food Chemistry*, 288, 341-346.
- Schmidt, U. and Kaya, M. 1990. Verhalten von *Listeria monocytogenes* in vakuum verpacktem Brühwurstaufschnitt. *Fleischwirtschaft* 70 (3), 236–240.
- Sebranek, J.G., (2009). Basic Curing Ingredients. In: *Ingredients in Meat Products*. Ed. Tarte, R., pp:1-24, NY:Springer, New York.
- Sebranek, J.G., Bacus, J.N., (2007). Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite:what are the issues?, *Meat Science*, 77(2007), 136-147.
- Shahamat, M., Seaman, A. and Woodbine, M., 1980. Influence of Sodium Chloride, pH an Temperature on the Inhibitory Activity of Sodium Nitrite on *Listeria monocytogenes*. In: G.W. Gould and J.E.L. Corry (eds.) *Microbial Growth and Survival in Extremes of Environment*. AcademicPress, New York, 227-237.
- Sindelar, J.J., Cordray, J.C., Sebranek, J.G., Love, J.A., 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), 388-395.
- Soyutemiz, E., Çetinkaya, F. ve Anar, Ş. 2001. Yerli sucuklarımızda olgunlaşmanın ve pastörizasyon işlemi uygulamanın *Listeria monocytogenes* üzerine etkisi. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 27(1), 99-113.
- Sucu, C., Yıldız Turp, G. 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., Dickson, J. S. (2012). Inhibition of *Listeria monocytogenes* using natural antimicrobials in no-nitrate-or-nitrite-added Ham, *Journal of Food*.
- Swapnil, P., Doijad, Krupali V., Poharkar, Satyajit B. Kale, Savita, K., Dewanand R. K., Nitin V. Kurkure, D. B. R., Satya Veer Singh Malik, Rafed Yassin Ahmad, Martina Hudel, Sandeep P. Chaudhari, Birte Abt, Jörg Overmann, Markus Weigel, Torsten Hain, Sukhadeo B. Barbuddhe and Trinad Chakraborty., 2018. "*Listeria goaensis* sp. nov." *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 68: 3285-3291. doi: 10.1099/ijsem.0.002980.
- Toptancı, I., 2007. Sucuğun renk ve tekstürüne farklı ısı işlem sıcaklıklarının etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Ankara
- Vural, H. 1998. The use of commercial starter cultures in the production of Turkish semi-dry fermented sausages. *Food Science and Technology* (207), 410-412.
- Xi, Y., Sullivan, G.A., Jackson, A.L., Zhou, G.H. and Sebranek, J.G., 2011. Use of natural antimicrobials to improve the control of *Listeria monocytogenes* in a cured cooked meat model system. *Meat Science*, 88, 503-511.
- Yavuz, M., ve Korukluoğlu, M., 2010. *Listeria monocytogenes*' in gıdalardaki önemi ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (1), 1-10.
- Yıldız Turp, G. ve Sucu Ç., 2016. Et ürünlerinde nitrat ve Nitrit Kullanımına Potansiyel Alternatif Yöntemler. *CBÜ Fen Bil. Dergisi*, 12 (2), 231-242.
- Yıldız Turp, G., Serdaroğlu, M., Ergezer, H. 2010. "Sucuk üretiminde kereviz tozu kullanımının ürün özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi" 1. Uluslararası "Adriyatik'ten Kafkas'lara Geleneksel Gıdalar" Sempozyumu, Tekirdağ.
- Yılmaz Oral, Z.F. and Kaban, G., 2021. Effects of autochthonous strains on volatile compounds and technological properties of heat-treated sucuk. *Food Bioscience*, 101140.
- Yılmaz Oral, Z.F., Akyol, Y. ve Kaban, G., 2021. Sebze ekstraktları ile kür edilmiş et ürünlerinde *Listeria monocytogenes*. 5. Uluslararası Mühendislik ve Teknoloji Yönetimi Kongresi, 117-123, 24-25 Nisan 2021.
- Yurchenko, S., Mölder, U. (2007). The occurrence of volatile N-nitrosamines in Estonian meat products. *Food Chemistry*, 100, 1713–1721. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.10.017>
- Yüzlü, E. (2018). Fermente sucukta ıspanak ve maydanoz tozları kullanılarak sentetik nitrit miktarının azaltılabilme imkanlarının yanıt yüzey yöntemi ile modellenmesi. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Bolu.
- Zhu, M., Du, M., Cordray, J. and Ahn, D.U., 2005. Control of *Listeria monocytogenes* Contamination in Ready-to-Eat Meat Products. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 4, 34-42.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Nuriye ENGİN
Doğum tarihi:	
Doğum Yeri:	
Uyruğu:	
Adres:	
Tel:	
E-mail:	
Eğitim	
Lise:	Nenehatun Kız Lisesi
Lisans:	Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği (2012 – 2016)
Yüksek lisans:	Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2018 – 2022)
Doktora:	
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce:	Orta
Almanca:	-
Rusça:	-
Diğer	
Projeler ve Yayınlar	
Isıl işlem görmüş sucukta kereviz tozu kullanımının <i>Listeria monocytogenes</i> ' in davranışına etkisi. Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP), Proje No: FYL-2020-8566	
Tezden Üretilmiş Yayınlar	