



**FERMENTE SUCUKLARIN BAZI FİZİKOKİMYASAL VE
MİKROBİYOLOJİK KALİTE KRİTERLERİ ÜZERİNE ZERDEÇALIN
ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şeyma HELVACIOĞLU

Danışman

Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Ocak 2020

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FERMENTE SUCUKLARIN BAZI FİZİKOKİMİYASAL VE
MİKROBİYOLOJİK KALİTE KRİTERLERİ ÜZERİNE
ZERDEÇALIN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

Şeyma HELVACIOĞLU

Danışman

Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Ocak 2020

TEZ ONAY SAYFASI

Şeyma HELVACIOĞLU tarafından hazırlanan “Fermente Sucukların Bazı Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Kalite Kriterleri Üzerine Zerdeçalın Etkisinin Belirlenmesi” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 17/01/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

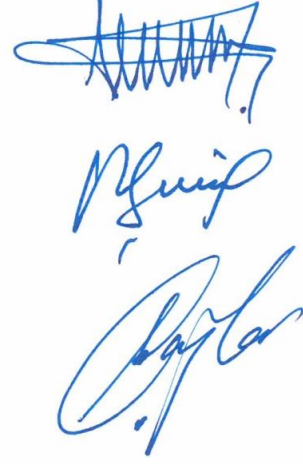
Danışman : Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

Başkan : Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
Selçuk Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi

Üye : Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK
Afyon Kocatepe Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi

Üye : Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR
Afyon Kocatepe Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi

İmza



Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
...../...../..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....
Prof. Dr. İbrahim EROL
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

17 / 01 / 2020



Şeyma HELVACIOĞLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FERMENTE SUCUKLARIN BAZI FİZİKOKİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK KALİTE KRİTERLERİ ÜZERİNE ZERDEÇALIN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Şeyma HELVACIOĞLU

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

Bu araştırmada, fermente Türk sucuğuna farklı oranda katılan zerdeçalın etkileri incelenmiştir. Zerdeçal seviyelerine göre %1.75 (Z1), %3.50 (Z2), %5.25 (Z3) ve zerdeçal içermeyen örnek kontrol (K) grubu olarak alınmıştır. 0. , 7. , 14. ve 21. günlerde çeşitli parametreler üzerine zerdeçalın etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Su aktivitesi tüm günlerde en yüksek kontrol grubunda bulunurken, en düşük Z3 grubunda tespit edilmiştir. Sucuk örneklerinde 0. gün pH değeri 5.97-6.00 arasında değişirken, pH düşüşü olgunlaştırmanın 7. gününe kadar devam etmiş, 21. günde pH değerinin 5.07-5.60 arasında olduğu gözlenmiştir. pH değeri ilk gün dışındaki tüm günlerde en yüksek Z3 grubunda belirlenirken, diğer gruplarda değişkenlik göstermiştir.

Yağ, kül ve protein içerikleri kurumaya bağlı nem düzeylerinin azalması ile nisbi olarak artmıştır. Olgunlaştırma süresi boyunca analiz sonuçlarına göre, yağ miktarı %24.49-37.92, protein miktarı %20.62-26.85, kül miktarı %4.04-8.25 arasında değişim göstermiştir. Z3 grubundaki a_w değerinin düşmesi, özellikle l^* (parlaklık) değerini son iki haftada en düşük seviyeye çekerken, a^* (kırmızılık) değeri genel olarak en yüksek kontrol gruplarında, b^* (sarılık) değeri en yüksek Z3 gruplarında olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen tekstür analiz sonuçlarının, zerdeçal seviyelerinden düzenli bir şekilde etkilenmediği söylenebilir.

Duyusal değerlendirmede %3.50 seviyesinde zerdeçal içeren Z2 sucuk rneği, en beğenilen sucuk grubunu oluşturmuştur.

Zerdeçal; gerek sahip olduğu antioksidan etkisi ve içerdiği renk pigmentleri nedeniyle fermente Türk sucuğunda renk parametresini etkilemiştir. Su aktivitesi üzerine de önemli derecede etkili olmakla beraber, diğer etkilerini belirlemek amacıyla yeni çalışmalar yapılmalıdır.

2020, xii + 89 sayfa

Anahtar Kelimeler: Fermente Türk Sucuğu, Zerdeçal, Fizikokimyasal zellik, Mikrobiyolojik zellik

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

DETERMINATION OF THE EFFECT OF TURMERIC ON SOME PHYSIOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL QUALITY CRITERIA OF FERMENTED SAUSAGES

Şeyma HELVACIOĞLU

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Ramazan ŞEVİK

In this research, the effects of turmeric added to fermented Turkish sausage in different percentages were investigated. As regards the turmeric levels, 1.75% (Z1), 3.50% (Z2), 5.25% (Z3) and the sample that does not contain turmeric was taken as the control group (K). The effects of turmeric on various parameters were tried to be determined on days 0, 7, 14 and 21.

Water activity was found to be highest in the control group and lowest in Z3 group. While the pH value of sausage samples ranged between 5.97-6.00 on the 0th day, the pH decrease continued until the 7th day of ripening and the pH value was observed between 5.07-5.60 on the 21st day. The pH value was found to be highest in the Z3 group on all days except the first day, but it was variable in the other groups.

Fat, ash and protein contents increased relatively with the decrease in moisture levels due to drying. According to the analysis results during the ripening period, the amount of fat varied between 24.49-37.92%, the amount of protein between 20.62-26.85%, and the amount of ash between 4.04-8.25%. The decrease in a_w value in Z3 group decreased L^* (brightness) value to the lowest level in the last two weeks, whereas a^* (redness) value was found to be the highest in control groups and b^* (yellowness) value was in the highest Z3 groups. It can be said that the results of the texture analysis obtained were not systematically affected by turmeric levels.

In the sensory evaluation, Z2 sausage sample containing 3.50% turmeric formed the most popular sausage group.

Turmeric has a definite effect on the color parameter of fermented Turkish sausage due to its antioxidant effect and color pigments. Although it has a significant effect on water activity as well, different studies should be carried out in order to determine the other effects.

2020, xii + 89 pages

Keywords: Fermented Turkish Sausage, Turmeric, Physicochemical property, Microbiological property

TEŞEKKÜR

Çalışmam süresince bana bilgi ve tecrübesi ile yol gösteren, yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, ihtiyaç duyduğum her an bana zaman ayıran değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK'e, saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım. Lisans ve yüksek lisans çalışmalarımda desteğini hiç esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR'a, mikrobiyolojik analizlerimde yardımları ve bilgileriyle bana yol gösteren Sayın Dr. Öğretim Üyesi Gökhan AKARCA'ya, ne zaman kapılarına gitsem beni güler yüzleriyle karşılayan, sabırla dinleyen ve laboratuvar analizlerimde desteklerini esirgemeyen Araştırma Görevlisi Çiğdem AŞÇIOĞLU'na, Araştırma Görevlisi Teslime EKİZ ÜNSAL'a ve Araştırma Görevlisi Dr. Senem GÜNER'e çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca her zaman yanımda olan ve bana her türlü maddi manevi desteğini esirgemeyen annem Fatma HELVACIOĞLU'na, babam Kadir HELVACIOĞLU'na ve canım kız kardeşim Belkıs HELVACIOĞLU'na teşekkürlerimi bir borç bilirim. Çalışmam süresince desteklerini her zaman hissettiğim tüm dostlarıma da sonsuz teşekkürler.

Şeyma HELVACIOĞLU

Afyonkarahisar 2020

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
RESİMLER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	5
2.1 Zerdeçal (<i>Curcuma Longa</i>).....	5
2.2 Fermente Sucuk Tanımı ve Özellikleri.....	9
2.3 Fermente Sucuk Üretim Teknolojisi.....	11
2.3.1 Fermente Sucuklarda Fermentasyon ve Olgunlaştırma	15
2.3.2 Fermente Sucuklarda Katkı Maddeleri	18
3. MATERYAL ve METOT	21
3.1 Materyal	21
3.2. Metot.....	21
3.2.1 Sucuk Formülasyonu ve Üretimi	21
3.3 Analiz Yöntemleri.....	24
3.3.1 Kimyasal Analizler.....	24
3.3.1.1 pH Tayini.....	24
3.3.1.2 Su aktivitesi (a_w) Tayini	25
3.3.1.3 Nem Tayini.....	25
3.3.1.4 Protein Tayini	25
3.3.1.5 Yağ Tayini.....	25
3.3.1.6 Kül Tayini.....	25
3.3.2 Renk Analizi.....	25
3.3.3 Tekstür Profil Analizi.....	26
3.3.4 Mikrobiyolojik Analizler	26
3.3.4.1 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı (TMAB)	26
3.3.4.2 Laktik Asit Bakteri Sayımı (LAB)	26

3.3.4.3 Koliform Bakteri Sayımı	27
3.3.4.4 Maya-Küf Sayımı	27
3.3.5 Duyusal Analiz.....	27
3.3.6 İstatistiksel Analiz.....	27
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	29
4.1 Kimyasal Analizler	29
4.1.1 pH Sonuçları	30
4.1.2 Su Aktivitesi (a_w) Sonuçları	32
4.1.3 Nem Sonuçları.....	34
4.1.4 Protein Sonuçları.....	36
4.1.5 Yağ Sonuçları.....	38
4.1.6 Kül Sonuçları	40
4.2 Renk Sonuçları.....	42
4.2.1 Kesit Yüzeyi I^* (parlaklık) Sonuçları	42
4.2.2 Kesit Yüzeyi a^* (kırmızılık) Sonuçları	45
4.2.3 Kesit Yüzeyi b^* (sarılık) Sonuçları.....	47
4.3 Tekstür Profil Analizi Sonuçları	50
4.3.1 Sertlik (Hardness) Analiz Sonuçları.....	50
4.3.2 Dış yapışkanlık (Adhesiveness) Analiz Sonuçları	53
4.3.3 Elastikiyet (Springiness) Analiz Sonuçları	54
4.3.4 İç yapışkanlık (Cohesiveness) Analiz Sonuçları.....	57
4.3.5 Sakızımsılık (Gumminess) Analiz Sonuçları	59
4.3.6 Çiğnenebilirlik (Chewiness) Analiz Sonuçları	61
4.4 Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	63
4.4.1 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) Sayım Sonuçları.....	64
4.4.2 Laktik Asit Bakteri Sayım Sonuçları	67
4.4.3 Koliform Grubu Bakteri Sayım Sonuçları	70
4.4.4 Maya-Küf Sonuçları.....	70
4.5 Duyusal Analiz Sonuçları	72
4.5.1 Renk Puanlama Sonuçları	72
4.5.2 Koku Puanlama Sonuçları.....	73
4.5.3 Tat Puanlama Sonuçları	73
4.5.4 Tekstür Puanlama Sonuçları	74
4.5.5 Genel Beğeni Puanlama Sonuçları.....	74

5. SONUÇ.....	75
6. KAYNAKLAR.....	78
ÖZGEÇMİŞ.....	88
EKLER	89
EK 1. Pişmiş Sucuk Duyusal Değerlendirme Formu	89



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

a_w	Su aktivitesi
cm	Santimetre
g	Gram
kg	Kilogram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
NaCl	Sodyum klorür
°C	Celsius derecesi
pH	Çözeltinin asitlik-bazlık derecesi indeksi
Ppm	Milyonda bir kısım

Kısaltmalar

<i>a</i>	Kırmızılık değeri
<i>b</i>	Sarılık değeri
K	Kontrol
Kob	Koloni Oluşturan Birim
<i>I</i>	Parlaklık değeri
LAB	Laktik Asit Bakteri
Log	Logaritmik
PDA	Patato Dextrose Agar
TMAB	Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri
TPA	Tekstür Profil Analizi
TS	Türk Standartları
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
VRBA	Violet Red Bile Agar
Z1	% 1.75 Zerdeçal içeren örnek
Z2	% 3.50 Zerdeçal içeren örnek
Z3	% 5.25 Zerdeçal içeren örnek

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Zerdeçal bitkisi.....	5
Şekil 2.2 Kurkuminin kimyasal formülü.....	6
Şekil 2.3 Fermente sucuk akış şeması.....	14
Şekil 3.1 Fermente sucuk üretim akış şeması.....	23
Şekil 4.1 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin pH değerleri.....	31
Şekil 4.2 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin a_w değerleri.....	32
Şekil 4.3 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin % nem miktarları.....	35
Şekil 4.4 Farklı seviyelerde zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin % protein miktarları ..	37
Şekil 4.5 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin % yağ miktarları.....	39
Şekil 4.6 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin % kül miktarları	40
Şekil 4.7 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin I^* değerleri	44
Şekil 4.8 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin a^* değerleri	46
Şekil 4.9 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin b^* değerleri	48
Şekil 4.10 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin sertlik değerleri (kg)...	52
Şekil 4.11 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin elastikiyet değerleri	55
Şekil 4.12 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin iç yapışkanlık değerleri	58
Şekil 4.13 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin sakızlımsılık değeri (kg)	60
Şekil 4.14 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri (kg).....	62
Şekil 4.15 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin TMAB değerleri (log kob/g)	65
Şekil 4.16 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin LAB değerleri (log kob/g)	68
Şekil 4.17 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin maya-küf değerleri (log kob/g)	71
Şekil 4.18 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin duyusal puanlama sonuçları	73

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1 TS 1070'e göre sucuk sınıflandırmaları	11
Çizelge 2.2 Fermente et ürünlerinde fermentasyon ve kuruma sırasında meydana gelen değişiklikler	17
Çizelge 3.1 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin formülasyonları (g). .	22
Çizelge 4.1 Sucuk örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları	29
Çizelge 4.2 Sucuk örneklerine ait kimyasal analizlerin Varyans analiz sonuçları	30
Çizelge 4.3 Sucuk örneklerine ait kimyasal analizlerde farklı oranda katkının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.	33
Çizelge 4.4 Sucuk örneklerine ait kimyasal analizlerde olgunlaştırma süresinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.	35
Çizelge 4.5 Sucuk örneklerine ait renk analiz sonuçları.	42
Çizelge 4.6 Sucuk örneklerine ait renk analizinin Varyans analiz sonuçları	43
Çizelge 4.7 Sucuk örneklerine ait renk analizinin farklı oranda katkının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.	47
Çizelge 4.8 Sucuk örneklerine ait renk analizinin olgunlaştırma süresinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.	49
Çizelge 4.9 Sucuk örneklerine ait tekstür profil analiz sonuçları	50
Çizelge 4.10 Sucuk örneklerine ait tekstür profil analizi parametrelerinin Varyans analiz sonuçları	51
Çizelge 4.11 Sucuk örneklerine ait tekstür analizinin farklı oranda katkının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.	54
Çizelge 4.12 Sucuk örneklerine ait tekstür analizinin olgunlaştırma süresinde Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.	56
Çizelge 4.13 Sucuk örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları.	64
Çizelge 4.14 Sucuk örneklerine ait mikrobiyolojik analizlerin Varyans analiz sonuçları.	65
Çizelge 4.15 Sucuk örneklerine ait mikrobiyolojik analizlerde farklı oranda katkının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	69
Çizelge 4.16 Sucuk örneklerine ait mikrobiyolojik analizlerde olgunlaştırma süresinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	71
Çizelge 4.17 Sucuk örneklerine ait duyu analizi sonuçları	72

RESİMLER DİZİNİ

Sayfa

Resim 3.1 Zerdeçalı sucuk örnekleri.....	24
---	----



1. GİRİŞ

Sağlığın korunmasında ve hastalıkların önlenmesinde kaliteli ve dengeli beslenme esastır (Uz 2008). Yeterli ve dengeli beslenmede, günlük protein gereksiniminin %40-50'si hayvansal kökenli gıdalardan karşılamalıdır. Hayvansal protein kaynaklarının önemli bir kısmını et ve et ürünleri oluşturmaktadır. Et, bireylerin büyümesi, yaşaması ve fizyolojik fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için gerekli tüm aminoasitleri miktar ve çeşit olarak bilişiminde bulunduran elzem bir gıdadır (Yaylak vd. 2010).

Et içerdiği yüksek protein miktarı, mineral maddeler ve vitaminler nedeniyle insan beslenmesinde, bitkisel kaynaklı gıdalara göre önemli bir gıda maddesidir. Doyuruculuğu ve yüksek besin maddesi içeriği nedeniyle toplum tarafından beğeniyile tüketilmektedir (Büyükunal ve Kahraman 2004).

Önemli bir besin maddesi kaynağı olan et; taze tüketiminin yanısıra, değişik lezzet ve aroma özellikleri kazandırılmak amacıyla çeşitli teknolojik işlemlere maruz bırakılarak elde edilen ürünler şeklinde de tüketilmektedir (Erdoğan ve Ergün 2005). Et ürünleri üretim teknolojileri sebebiyle taze ete kıyasla daha az su ve daha fazla protein içermektedir. Et ürünleri; çeşitli baharat ve katkıları ilave edilerek özel bir tat kazandırılması, daha uzun raf ömrüne sahip olmaları nedeniyle taze ete göre daha fazla tercih edilmektedir (Ulusoy 2007).

Bazı ülkelerin kendine özgü tat ve aromaya sahip fermente et ürünleri bulunmaktadır. Bölgeden bölgeye değişen formülasyonlar ile üretilen sucuklar, fermente et ürünleri arasında en çok tüketilenler arasındadır (Geçgel vd. 2016). Türkiye dahil, günümüzde bir çok ülkenin et endüstrisinde büyük bir uğraş alanını fermente sucuk üretimi kapsamaktadır.

Türk Standartlar Enstitüsü, TS-1070'e göre, Türk sucuğu büyükbaş ve küçükbaş hayvan etlerinin, yağ, kemik, tendo, fascia, kıkardak ile büyük sinir ve damarlarından ayrıldıktan sonra kıyma makinası veya kuterden çekilerek içine tuz, karabiber, kırmızıbiber, kimyon hakim olmak üzere çeşitli baharat ve çeşni maddeleri, starter kültürlerden bir

veya birkaçı, iç yağı, kuyruk yağı ile mevzuatta katılmasına izin verilen katkı maddelerinin karıştırılıp, kılıflara doldurularak fermentasyona tabi tutulan ısıtma işlemi görmemiş geleneksel et ürünüdür şeklinde tanımlanmıştır (Anonim 2012).

Türk tipi fermente sucuk üretimi, geleneksel yöntemlere göre doğal koşullarda hava sıcaklığı, hava akımı ve rutubetin en uygun olduğu Eylül ve Aralık ayları arasında yapılmaktadır. Olgunlaşma süreleri 6 ile 20 gün arasında değişmektedir. Ancak günümüzde doğal koşullarda aynı kalite ve standartta sucuk üretimi mümkün olmamaktadır (Gönülalan vd. 2004, Soyer vd. 2005).

Fermentasyon çok eski zamanlardan bu yana uygulanmakta olan bir gıda üretim ve muhafaza yöntemidir. Eski yıllardan beri geleneksel fermentasyonun yanında kurutma, tutsüleme ve tuzlama gibi işlemler; gıdaların muhafazasını sağlayarak tüketilmesini amaçlamıştır (Tamang ve Kailasopaty 2010). Fermentasyon, gıdaların bozulmadan muhafazasını sağlamasının yanında, esansiyel aminoasitlerin ve vitaminlerin sentezlenmesiyle gıdaların besleyici değerini arttıran doğal bir yöntemdir (Kabak ve Dobson 2011).

Fermente et ürünleri, mikroorganizmaların göstermiş oldukları metabolik faaliyetler sonucunda elde edilmektedir. Son ürün kalitesi, üretim sırasındaki koşullara, fermentasyonda rol oynayan mikroorganizmaların cinsine ve hammadde seçimine bağlı olarak değişimler göstermektedir. Fermentasyon sonucu elde edilen et ürünlerinde üretim sırasındaki biyolojik yöntemlerin yanında, kurutma ve koruyucu maddelerin ilavesi gibi muhafaza yöntemleri de yer almaktadır (İnt. Kyn. 1).

Nemin hızla gıdadan uzaklaştırılması, mikrobiyal gelişim açısından önem taşımaktadır. Bu anlamda gıda kurutma yöntemleri yardımı ile gıdayı korumak, ideal bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Bennani vd. 2000). Ürünün raf ömrünü uzatmak veya yeni bir ürün elde etmek kurutmanın temel amacıdır (Lewicki vd. 2014).

Fermente et ürünlerinin üretiminde en kritik aşama olan fermentasyon ve kurutmayı içeren olgunlaşma safhası, biyokimyasal, mikrobiyal, fiziksel reaksiyonları içeren

kompleks bir prosestir. Olgunlaşma sırasında sıcaklık, rutubet ve hava cereyanı gibi belli şartlarda oluşan mikrobiyal fermentasyon sonucu pH ve su aktivitesi değerlerinde düşüş, tekstür oluşumu ve ağırlık kaybı oldukça önemli kriterlerdir. Olgunlaşma süresince belirli periyotlarda bu verilerin takibi kaliteli ve istenilen şartlarda sucuğun eldesi için gereklidir (Sadullahoğlu 2010).

Fermente sucuk üretiminde hatalı üretimi azaltmak, arzu edilen kalite özelliklerine sahip ürün elde etmek ve standart üretim sağlamak için, ürün çeşidine göre seçilmiş starter kültürler kullanılmaktadır. Fermente sucuk üretiminde kullanılan starter kültürlerin etkileri genel olarak renk, kıvam ve aromayı oluşturmak, koruyucu etki sağlamak, üretim süresini kısaltmaktır (Gözübüyük ve Özdemir 2004). *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Micrococcus* ve *Debaryomyces* cinslerine ait türler sucuklarda başlıca kullanılan starter kültürlerdir (Bilge 2010).

Tat, koku ve aroma bileşenleri hammadde, katkı maddeleri ve baharatlar ile ilişkilidir. Karbonhidrat, protein ve lipidlerin yanında amino asit ve yağ asitlerini parçalayan reaksiyonlar da tat oluşumundan sorumludur. Sonuç olarak bu reaksiyonların tamamı kas ve mikrobiyal enzim aktiviteleri ve kimyasal reaksiyonlar ile ilişkilidir (Johansson vd. 1994).

Fonksiyonel et ürünleri, A, C, E vitaminleri, kalsiyum, potasyum, magnezyum gibi minarel maddeler, diyet lifleri, prebiyotik, probiyotik bakteriler ve antioksidan gibi fonksiyonel katkı maddelerinin ilave edilmesiyle de elde edilebilir (Budak Bağdatlı ve Kundakçı 2013).

Baharatların içerdikleri bazı etkin maddeler mikroorganizmalara etki ederek onların gelişmesini durdururlar. Baharatlar, daha önceleri gıda maddelerinin uzun süre muhafazası için koruyucu madde olarak kullanılmıştır. Baharatlar ile yapılan muhafazanın diğer muhafaza yöntemleri ile beraber uygulanabilmesi baharatların aynı zamanda ekonomik değerini de korumaktadır (Başoğlu 1982).

Gıda katkısı olarak, et ürünlerinde baharatlar uzun zamandır kullanılmaktadır. 1970’li yılların sonlarında tüketicilerin NaCl ve nitrat gibi gıda katkılarına olan tepkilerin artmasıyla baharatlardan antimikrobiyal aktiviteye sahip olanlara yönelim olmuştur (Ekici vd. 2014). Son yıllarda sentetik antioksidanlar taşıdıkları sağlık riskleri nedeniyle kullanım alanları sınırlandırılmaya ve doğal antioksidanlar üzerinde çalışmalara başlanmıştır (Han ve Rhee 2005). Önemli antioksidanlar içeren ve serbest radikal temizlemesi yapabilen farklı bitki kaynakları kullanımı söz konusu olmuştur (Lean ve Mohamed 1999).

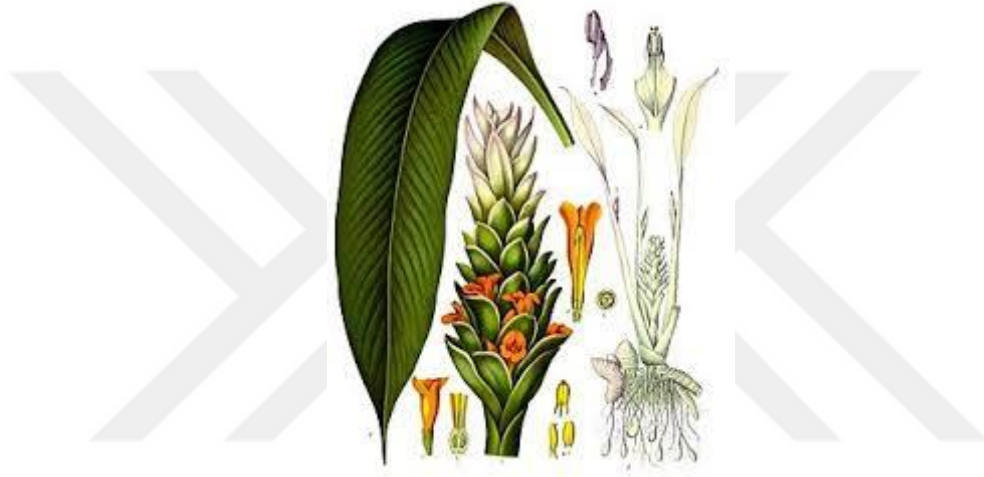
Et ve et ürünlerinde tüketici tarafından istenmeyen durumlar, doğal antioksidan bileşenleri kullanımı ile ortadan kaldırılabilir. Bu konuda yapılan birçok araştırmada doğal antioksidanların kullanımı ve kaynağı yüksek biyoaktivite profiline sahip bitki ve baharatlar olarak tanımlanmıştır. Et ürünlerinde bu yönde kullanılmış bitkisel kaynaklı antioksidanlarla ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Özer 2017).

Bu çalışmada, farklı seviyelerde zerdeçalın fermente sucuk üretiminde kullanılarak, doğal olgunlaştırma ile geleneksel Türk sucuğunun kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda kontrol grubu ve 3 farklı seviyede (%1.75; %3.50; %5.25) zerdeçal ilavesi ile üretilen sucuklar 21 günlük olgunlaştırma periyodunda olgunlaştırılmıştır.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Zerdeçal (*Curcuma Longa*)

Zerdeçal, zencefil ailesine ait sarı çiçekleri ve iri yaprakları olan çok yıllık ve yumrulu otsu bir bitki türüdür. Ayrıca zerdeçal, zerdeçöp, safran kökü, sarıboya, hint safranı, zerdeçav ve turmerik olarak da adlandırılmaktadır. Polifenolik bir bileşik olup tadı acıdır (Çöteli ve Karataş 2017). Zerdeçal bitkisi şekil 2.1 de verilmiştir.



Şekil 2.1 Zerdeçal bitkisi (Emir Çoban ve Patır 2010).

Zerdeçal; enerji, protein, karbonhidrat, yağ ve lif içermektedir. Ayrıca B₁₂ vitamini hariç B grubu vitaminlerini, E ve C vitamini, K vitamini ve folat içermektedir. Tüketim miktarı az olduğu için besleyici değer olarak katkısı da oldukça azdır (Delikanlı Akbay ve Pekcan 2016).

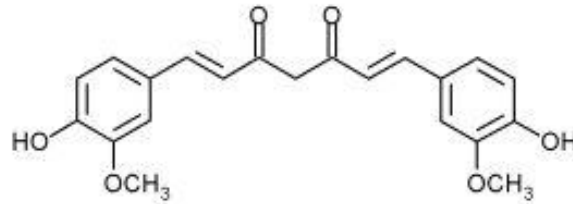
Hindistan alt kıtasında baharat olarak yaygın kullanılan zerdeçal, sadece sağlık açısından değil gıdaların muhafazası ve sarı boya olarak tekstilde de kullanımı mevcuttur (Aggarwal vd. 2007). Yüzyıllar boyunca besin maddesi takviyesi olarak tüketilen zerdeçal, içerdiği kurkumin ile serbest radikalleri süpürme ve potansiyel olarak oksidatif hasarı en aza indirme gibi antioksidan özelliklere sahiptir (Barzegar 2012).

Zerdeçal, *Zingiberaceae* familyasının çok yıllık otu olan *Curcuma longa*'nın kurutulmuş rizom tozudur. Kurkumin, gıda boyası olarak yaygın şekilde kullanılan popüler baharat olan zerdeçalın ana sarı pigmentidir. Zerdeçal tozunun ana bileşenleri, güçlü antioksidan aktiviteye sahip olan kurkuminoidlerdir (Zhang vd. 2015).

Bilimsel adı *Curcuma longa* olan zerdeçal, Asya ülkelerinde binlerce yıldan beri gıda olarak ve tedavi amaçlı tüketilmektedir (Gupta vd. 2012). Zerdeçal, zayıflama çayı, karaciğer rahatsızlığı, prostat ve safra kesesi gibi hastalıkların tedavi edilmesinde kullanılan bir bitkidir (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu 2011, Gökteş ve Gıdık 2019).

İçerdiği mucizevi kurkumin maddesi sayesinde insanlar üzerinde geniş terapötik etkisi bulunmaktadır. Binlerce yıldır kullanılmasına karşın zerdeçalın neredeyse her gün yeni bir biyolojik özelliği keşfedilmektedir. Kurkuminin, anti-bakteriyel özelliklere sahip olduğu 1949 yılında belirlenmiştir (Schraufstatter ve Bernt 1949).

Zerdeçalın aktif bileşenlerinde çeşitli uçucu yağlar bulunmaktadır. Bunun yanında içerdiği diğer bileşenler; şekerler, proteinler ve reçinelerdir. Ham zerdeçalın içerisinde 0.3-5.4 seviyesinde kurkumin bulunmaktadır (İnt. Kyn. 2). Kurkuminin kimyasal formülü şekil 2.2 de verilmiştir.



Şekil 2.2 Kurkuminin kimyasal formülü (Zhang vd. 2015).

Kurkumin, antioksidan özelliğinin yanında, iltihap önleyici doğal fenolik bir bileşik olduğu da saptanmıştır. Serbest radikal reaksiyonlarında ve antioksidan aktivitesinde fenolik OH grubunun temel role sahip olduğu belirtilmiştir (Basmaz 2014).

Son yarım yüzyıldaki kapsamlı araştırmalar sonucu zerdeçalla ilgili olan faaliyetlerin

birçoğunun kurkuminden kaynaklı olduğu kanıtlanmıştır. Kurkuminin antioksidan, antienflamatuar, antiviral, antibakteriyal gibi aktiviteleri göstermesi sonucu alerji, artrit, Alzheimer gibi hastalıklara karşı etkili olduğu bildirilmiştir. Bu etkilere çeşitli büyüme faktörlerinin ve diğer enzimlerin düzenlenmesi aracılık etmektedir. Son dönemde bilimsel gruplara bakıldığında, çok sayıda hastalığın tedavisinde kurkuminin ‘Yaşam İçin Baharat’ ifadesi, ideal doğal antioksidan olarak kabul edilmiştir (Aggarwal vd. 2007).

Ikpeama vd. (2014), yaptıkları çalışmada zerdeçal (*Curcuma longa*) bitkisinin %8.92 nem, %4.60 selüloz, %6.85 yağ, %9.40 protein ve %67.38 karbonhidrat içerdini saptamışlardır. Sonuçlara göre zerdeçalın, iyi bir protein ve karbonhidrat kaynağı olabileceği sonucuna varmışlardır.

Gıdalarda sentetik ve doğal olarak çeşitli antioksidanlar kullanılmaktadır. Son zamanlarda sentetik antioksidanların toksik etkisinin ortaya çıkması ve güvenliği ile ilgili endişelerin artması sonucu doğal antioksidanlara olan talep artmıştır. Bitkiler iyi bir doğal antioksidan kaynağı olmakla birlikte antioksidan aktiviteleri; polar fenolik bileşikler ve esansiyel yağların varlığından kaynaklanmaktadır (Özoğul vd. 2010). Baharat ve şifalı bitkiler, iyi bir antioksidan olmalarının yanında fenolik bileşik (flavonoid, tokoferol), askorbik asit ve karotenoid de içermektedirler. Zerdeçal esas olarak rengi, aroması ve antioksidan özelliği olan önemli bir tropikal baharattır (Maizura vd. 2011).

Uygulanan endüstriyel işlemlerde, gıdaların muhafaza süresini uzatmak için esas olarak sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır. Ancak pek çok araştırmacı kullanılan sentetik antioksidanların canlı organizmada karsinojenik ve teratojenik etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle tüketiciler de gıdaların tat ve koku gibi özelliklerini artırmak için katkı olarak kullanılan baharat ve doğal aromatik bitkilere giderek önem vermektedirler. Bu bitkilerin yapılarında bulunan fenolik bileşiklerin antioksidan etkisi; serbest radikalleri temizleme, tekli oksijen oluşumunu engelleme ve metal iyonlarla bileşik oluşturma gibi özelliklerine dikkat çekmişlerdir (Emir Çoban ve Patır 2010).

Zerdeçal gıdalarda peroksit oluşumunu engelleyerek muhafaza süresini uzatmaktadır. Zerdeçalın lipit oksidasyonu önlemede, E vitamininden daha etkili olduğu bildirilmiştir. *Curcuma longa*'dan izole edilen bileşenlerin güçlü bir antioksidan etki gösterdiği ve lipit oksidasyonu üzerinde oldukça önemli olduğu saptanmıştır. Kurkuminin proteinlerin neden olduğu hem oksidatif hem de indirgeyici hasarı onarmak için de güçlü bir antioksidan etkisi olduğu bilinmektedir (Jayaprakasha vd. 2005).

Zhang vd. (2015), zerdeçal ve karabiber baharatlarının hamburgeri pişirme süresince, lipit peroksit oluşumunu etkileyip etkilemeyeceğini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, toz zerdeçal ve karabiberin birlikte kullanılarak hamburger formülasyonuna eklenmesinin, lipid peroksidasyonunu önemli derecede azalttığı ve antioksidan aktivitesinde artışa sebep olduğu tespit edilmiştir.

Cho vd. (2006), sosislerde meyan kökü ve zerdeçalın depolama ve kalite üzerine olan etkilerini belirlemek için domuz sosislerine % 0.5, % 1 ve % 5 seviyelerinde meyan kökü ve zerdeçal ilave etmişlerdir. 35 gün boyunca muhafaza edilen sosislerde depolama sonunda % 5 katkı ilaveli grupta mikrobiyal çoğalmayı önlemiştir. Sonuç olarak araştırmacılar tarafından bu bitkilerin kullanımıyla üretilen sosislerin raf ömrünü uzatmak ve nitrit kullanımının azatılması için potansiyel bir ikame olabileceğini önermişlerdir.

Arshad vd. (2019), tavuk etlerine gama ışınları ve zerdeçal baharatının antioksidan, mikrobiyal ve fizikokimyasal etkilerini incelemişlerdir. Altı farklı grup ile 14 gün boyunca 4°C'de aerobik ve vakumlu ambalaj ile depolamışlardır. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre gama ışınları ve zerdeçal kullanılan örneklerde, hem toplam bakteri sayısında hem de Koliform bakteri gruplarında üremenin gözlenmediğini saptamışlardır. Fizikokimyasal kalitesi, antioksidan aktivitesi ve duyuşal özellikleri açısından kullandıkları gama ışını ve zerdeçal ilavesiyle daha iyi sonuçlar elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Yun vd. (2013), zerdeçal (*Curcuma longa* L.) ilavesiyle hazırlanan tavuk sosislerinin 4°C'de 20 gün süreyle depolamanın kalite özellikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. 20

günlük depolamada kontrol grubunun zerdeçalı örneklerle göre mikroorganizma yükünün önemli ölçüde yüksek çıktığını tespit etmişlerdir. Zerdeçal ilavesiyle hazırlanan sosislerde antioksidan aktivite ve depolama stabilitesinin daha iyi olduğu sonucuna varmışlardır.

2.2 Fermente Sucuk Tanımı ve Özellikleri

İnsan sağlığı ve beslenmesinde, önemli bir rol oynayan et ve et ürünlerine duyulan talep gün geçtikçe artmaktadır. Türkiye nüfusunun da hızlı bir şekilde artması sağlıklı ve dengeli beslenmenin sağlanabilmesi için et ve et ürünleri, tüketim açısından büyük önem taşımaktadır (Tosun ve Demirbaş 2012).

Uygarlık tarihi süresince hem bitkisel hem de hayvansal ürünlerde çok çeşitli fermentasyon yöntemleri kullanılmıştır. En eski kayıtlar milattan önce (MÖ) 6000 yılına kadar uzanan Bereketli Hilal bölgesinde bulunmuştur. Ancak 19. yüzyıl (yy) ortalarında gıda fermentasyonu süreciyle ilgili değişiklikler olmuştur. Mikrobiyolojinin 1850 yıllarında bir bilim dalı olarak ortaya çıkması, fermentasyonun biyolojik temelinin ve sürecin ilk kez anlaşılmasını sağlamıştır (Blandino vd. 2003).

Çeşitli hammaddelerin ön işlemlerden geçirilmesinden sonra belirli sıcaklık seviyelerinde birtakım mikroorganizmaların çoğalması, faaliyetleri veya enzimleriyle polisakkaritleri, lipitleri veya proteinleri parçalayarak gıdada aroma, lezzet ve tekstür gelişmesi sonucu oluşan ürünler, fermente ürünler olarak ifade edilmiştir (Ay 2015).

Günümüzde çeşitli fermente et ürünleri üretilmektedir. Fermente et ürünleri, kullanılan starter kültür çeşidine, karbonhidrat kaynağına, olgunlaşma hızına ve kurutma sıcaklığına göre çeşitlilik gösterirler. Bunun yanında pH değerleri, aroma ve tekstür özellikleri açısından da farklılık gösteren fermente et ürünleri bulunmaktadır (Bilge 2010).

Fermente sucuklar yağsız et, baharatlar, kürlenme ajanları (nitrit, nitrat), şekerler (laktik asit fermentasyonunu desteklemek için) ve başlangıç kültürleri ilave edilerek, doğal

veya sentetik kılıflara doldurulup, kontrollü sıcaklık ve bağıl nem altında olgunlaştırma işlemine bırakılarak üretilen et mamulleridir. Fermente sucuklarda oluşan tat, lezzet ve aroma olgunlaşma sırasında meydana gelen biyokimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik ve duyuşal değişikliklerin sonucudur. Sucuk fermentasyonu sırasında, pH’da düşüş ve başlangıçtaki mikroflorada değişikliklere neden olan birtakım biyokimyasal reaksiyonlar meydana gelmektedir (Yim vd. 2015).

Meydana gelen biyokimyasal reaksiyonların büyük bir kısmı enzimatik yolla gerçekleşmektedir. Buradaki enzimler, şekerleri, yağ asitlerini, aminoasitleri ve proteinleri parçalayarak son ürünün flavor ve aroması üzerine etkili bileşenleri oluşturmaktadır. Fermentasyon ve olgunlaşma sırasında, mikroorganizma aktiviteleri de etkili olmaktadır (Gökalp vd. 1998). Fermente sucuklarda, arzu edilen kalite kriterlerinin oluşması, olgunlaşmada rol oynayan bakteri grupları renk, kıvam ve lezzetin gelişmesinde etki gösterirler (Özdemir 1999).

Fermente sucukların kalite özelliklerinin geliştirilip artırılmasında bazı mikroorganizmaların enzimatik ve teknolojik etkileri büyük önem taşımaktadır (Dinçer vd. 1995). Genel olarak fermente et ürünleri üretiminde, olgunlaşmanın kısılması, istenilen dilimlenebilirlik, mikrobiyal güvenilirliğin sağlanması, renk gelişiminin hızlanması ve ekonomik verimliliğin artması amaçlarıyla starter kültürler kullanılmaktadır. Starter kültürler, üretimin başında sucuk hamuruna katılan ve üründe hakim olması istenen mikroorganizmaları içeren saf kültürler olarak tanımlanmaktadır (Soyer 2002). Et ürünlerinde en çok kullanılan *Pediokok* ve *Laktobasil* cinsine giren türler fermentasyon florasının ana faktörlerini oluşturmaktadır. (Gökalp vd. 1998).

Kurutma sırasında asit üremesi nedeniyle pH değerinin 5.2’nin altına düşmesi, et proteinlerinin kısmi denatürasyonuna neden olmaktadır. Nemin azalmasıyla fermentasyon sırasında tat ve aroma gelişimine katkı sağlanmaktadır. Bunun sonucunda mikrobiyal güvenilirlik ve stabilitenin de arttığı tespit edilmiştir (Karabacak 2006).

Aymerich vd. (2006)’a göre; geleneksel fermente sosislerin mikrobiyal kontaminasyonundan, mikrobiyal popölasyon bileşiminden, redoks potansiyeli ve

fermentasyon işlemlerinden, pH ve su aktivitesi etkilenmektedir. Sucuğun, üretim sürecinin aşamaları ve kontrolü, mikrobiyolojik ve organoleptik özellikler bakımından büyük önem taşımaktadır.

Sucuk; büyükbaş ve küçükbaş hayvan karkas etlerinin 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 uygulanmamış fermente et ürünüdür (TGK 2019 İnt. Kyn. 3).

TSE'nin TS 1070 sayılı sucuk standardına göre sınıflandırmalar Çizelge 2.1'de belirtilmiştir (Ulusoy 2007).

Çizelge 2.1 TS 1070'e göre sucuk sınıflandırmaları (Ulusoy 2007).

Özellikler	I. Sınıf	II. Sınıf	III. Sınıf
Tat ve Koku	Kendine özgü	Kendine özgü	Kendine özgü
Renk	Normal	Normal	Değişik renkli
Tekstür	Orta yumuşak	Yumuşak	Yumuşak
Kesit Yüzü	Mozaik görünüş	Mozaik görünüş	Karışık görünüşlü
Hava Boşluğu	Yok	Boşluklu	Süngerlemiş
Yağ oranı (kütlece)	En çok %30	En çok %40	En çok %50
Protein (kütlece)	En az %22	En az %20	En az %20
Makroskobik			
Küflenme	Yok	Yok	Yok
Yapışkanlaşma	Yok	Yok	Hafif

2.3 Fermente Sucuk Üretim Teknolojisi

Et; protein içeriği yüksek, demir, selenyum, A ve B12 vitaminlerine sahip zengin bir kaynaktır. Esansiyel aminoasitleri de içermesi nedeniyle et dengeli bir diyetle bulundurulması gereken bir gıda maddesidir (Biesalski 2005, Ekici ve Ercoşkun 2007).

İçerdiği zengin besin ögeleri sebebiyle büyük öneme sahip olan et, hem raf ömrünü uzatmak hem de değişik lezzet ve aroma kazandırmak amacıyla çeşitli ürünlere işlenerek tüketime sunulmuştur. Bu amaçla kullanılan başlıca yöntemler dondurma, kurutma, dumanlama, tuzlama, pişirme, fermentasyon, ısıtma işlem uygulamaları, ısıtma ve kimyasal maddelerin ete ilave edilmesidir (İnce ve Özfiliz 2016).

Mikroorganizmaların gelişmeleri ve metabolik aktiviteleri sonucunda olgunlaşan ve birçok ülkede yaygın olarak üretilen fermente et ürünlerinin Türkiye’de en başta geleni ve belki de tek örneği sucuktur. Sucuk, işleme teknolojisi açısından Avrupa ve Amerika’da üretilen sosis ve kuru salamlara benzemekle birlikte, biz Türklere özgü bir et ürünüdür (Doğu vd. 2002). Geleneksel fermente Türk sucuğu, hammadde olarak et ve yağ karışımlarının farklı oranlarda baharat ve katkı ilave edilerek hazırlanması ve belirli şartlarda olgunlaştırılmasıyla tüketime sunulan bir et ürünüdür (Sancak vd. 2008).

Kaşgarlı Mahmut tarafından 1072 yılında yazılan Divânu Lügati’t-Türk’te sucuk terimi ilk defa kullanılmıştır. Divânu Lügati’t-Türk’te sucuk; koyun bağırsaklarına doldurulmuş et ve baharat karışımı olarak tanımlanmıştır (Ercoşkun ve Özkal 2011).

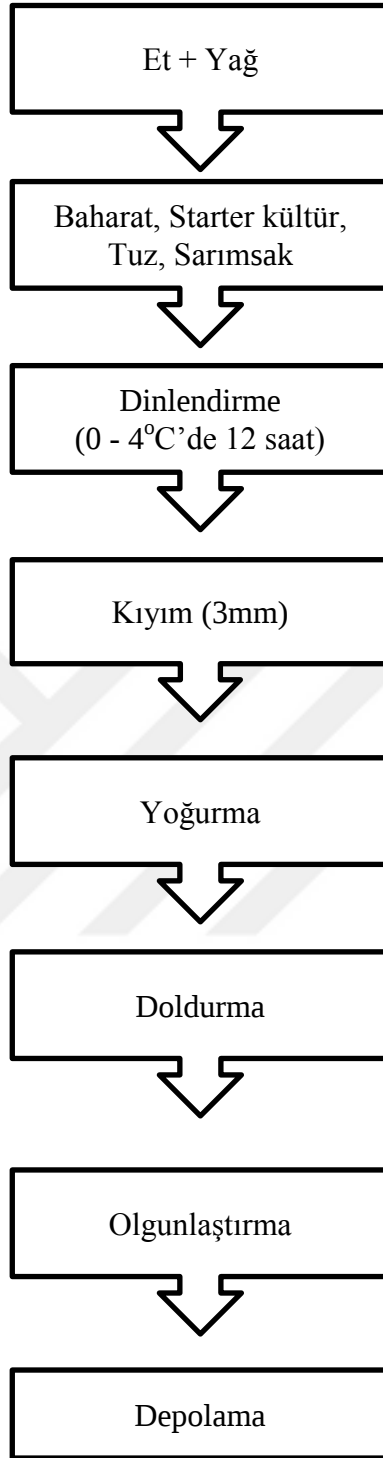
Sucuk hamurunda kullanılacak et, kesimden sonra 1-2 gün dinlendirilmelidir. Etin pH aralığı 5.4-5.8 arası olmalıdır. Yağ miktarı ete göre %10-20 arası ilave edilmelidir. Sucuk hamuruna katılan yağ pH’yı yükselttiği için katılacak etin pH’sı düşük tutulmalıdır. Genellikle koyun kuyruk yağı kullanılmaktadır. Genç danalardan elde edilen kabuk yağı veya iç yağlardan elde edilen yağ da kullanılabilir. Amaca uygun olarak hazırlanan et ve yağ, baharat ile karıştırma makinelerinde karıştırılıp, dinlendirildikten sonra dolum işlemine tabi tutulmaktadır. Standart üretim için aynı kalibrede bağırsaklar seçilmelidir. Bazı işletmelerde dolumdan sonra sucuk, birkaç yerinden iğnelenmektedir. Yapılan bu uygulamanın amacı bağırsak içinde kalan havanın alınması işlemidir. Günümüzde vakumlu dolum makinalarında iğnelemeye gerek duyulmamaktadır. Dolumdan sonra askıya alınan sucuklar klima odalarına alınmadan önce 10-12 saat bekletilir. Dinlendirme esnasında kılıf dışındaki su süzülerek hamurun genişleyip kılıfı tamamen doldurarak ürünün özleşmesi sağlanır (Öztan 2015).

Sucuğun duyusal özellikleri, organik asitlerin oluşumu, kıvam ve renk gibi biyokimyasal özellikleri ile patojen mikroorganizmaları içermesi ve mikotoksin oluşumu gibi sağlığı ilgilendiren nitelikler de mikrobiyal faaliyetler sonucu oluşmaktadır (Heperkan ve Sözen 1988). Fermente sucuk üretiminin temelinde faaliyet gösteren mikroorganizmalar hem ürünün mikroflorasını hem de mikrobiyolojik kalitesini ortaya koymaktadır (Pehlivanoğlu vd. 2015).

Fermente et ürünleri düşük pH ve su aktivitesine sahip raf ömrü uzun dayanıklı ürünlerdir. Etin baharat ve tuz ile karıştırılıp kurutulması mikrobiyolojik açıdan güvenli bir ürün oluşması hedeflenmektedir. Fermentasyon ve küreme özellikleri aynı fakat farklı oranda et, katkı, tuz ilave edilerek değişik fermente et ürünleri de üretilmektedir. Kalite kriterleri yönünden olumlu, mikrobiyolojik kalitesi yüksek ve standart bir ürün elde edebilmek için hammadde seçimi, baharat oranları, kontrollü olgunlaştırma koşulları ve starter kültür kullanımı oldukça önemlidir (Ulusoy 2007).

Türk tipi fermente sucuk üretimi, geleneksel yöntemler kullanılarak doğal koşullar altında hava sıcaklığı, hava akımı ve rutubetin en uygun olduğu sonbahar aylarında yapılmaktadır. Üretimi tamamlanan sucuklar 15-20 gün olgunlaşma aşamasından sonra tüketime hazır hale gelmektedir. Doğal koşullara bırakılan sucuklarda aynı kalite ve standartta sucuk üretimi olmamaktadır. Gelişen teknoloji, artan nüfus miktarı ve talebin yoğunlaşması ile birlikte standart ve aynı kalitede sucuk üretimi zorunlu hale gelmiştir (Erdoğrul ve Ergün 2005).

Bozkurt ve Erkmen (2007)' e göre fermente sucuk üretim akış şeması Şekil 2.3'te verilmiştir.



Şekil 2.3 Fermente sucuk akış şeması (Bozkurt ve Erkmen 2007).

2.3.1 Fermente Sucuklarda Fermentasyon ve Olgunlaştırma

Fermente gıdalar, bitkisel ve hayvansal ürünlerin doğal veya başlatıcı kültürlerin ilave edilmesiyle üretilen gıdalar olarak tanımlanmaktadır. Fermente yiyecek ve içecek üretiminde mikroorganizmalar ve enzimler aktif rol oynamaktadır. Biyokimyasal olarak fermentasyon karbonhidrat ve ilgili bileşiklerin kısmen okside edilerek enerjinin serbest bırakıldığı metabolik bir süreci içerir (Karaçıl ve Acar Tek 2013).

Yüksek besin maddesi içeriğine sahip olan etten, en iyi şekilde faydalanmak için çeşitli ürünler üretilmektedir. Çok eski tarihlere dayanan fermente et ürünleri üretimi aynı zamanda biyolojik açıdan etkili bir muhafaza yöntemi olarak da kabul edilmektedir. Et ürünlerinin kürlenmesi binlerce yıldır kurutma, tuzlama ve tutsüleme ile birlikte uygulanan en yaygın muhafaza metotlarından biridir (Doğu vd. 2002).

Dünyada ve ülkemizde kürlenmiş etin doğal ortama bırakılarak kurutulmasıyla elde edilen birçok kurutulmuş et ürünü bulunmaktadır. Tanım olarak kurutma, et ve et ürünlerinde suyun uçurulması işlemidir. Etin kurutulmasından önce, ürünün raf ömrünü artırmak, aromasını ve tekstürünü geliştirmek amacıyla kürlenme, fermentasyon, tutsüleme gibi metotlar uygulanmaktadır. Etin yavaş ve uzun süreli kurutulması süresince etlerde aroma ve yumuşaklık açısından önemli değişiklikler gözlenmektedir. Aynı zamanda ette fiziksel değişimler ve tekstür de sertleşme görülebilmektedir. Ancak kurutma aşamasında ete ait tüm besleyici özellikler ve protein içeriği değişmeden kalabilmektedir (Özbay Doğu ve Sarıçoban 2015).

Fermente sucuklar, içeriğinde yüksek oranda protein, yağ, karbonhidrat ile çeşitli katkı maddelerini içermesi ve belirli olgunlaşma süresinden sonra tüketildikleri için taze ete kıyasla daha fazla besleyici değere sahiptirler. Çeşitli araştırmalar sonucu, besleyici değeri açısından yüksek olan et ürünleri, hijyen koşullarından yoksun olarak hazırlanmakta, olgunlaştırma koşullarına uyulmadan ve olgunlaşma sürecini tamamlamadan tüketiciye sunulmaktadır. Uygun olmayan muhafaza koşullarında tutulmaktadır. Ülkemizde yüksek tüketim oranına sahip olan sucuklar, bu sebeplerden ötürü kimyasal, mikrobiyolojik ve mikrobiyal zehirlenmeler sonucunda hem insan

sağlığı hem de ülke ekonomisi bakımından büyük kayıplara neden olmaktadır (Sancak vd. 1996).

Fermente et ürünlerinin olgunlaştırma ve fermentasyon aşamalarında; üründe karbonhidrat, protein ve yağ da değişiklikler meydana gelmektedir. Olgunlaşma sırasında oluşan proteolitik parçalanmalar ürünün tat ve koku gelişimi üzerinde önemli derecede rol oynamaktadır (Serdaroğlu ve Tömek 1995).

Sucukların fermentasyon aşamasında başlıca iki mikrobiyal faaliyet meydana gelmektedir. Biri, nitrati nitrite indirgeyerek sucukların kırmızı kürlenmiş rengini oluşturan mikroorganizma faaliyetleri, diğeri ise şekeri fermente ederek sucukların kendilerine özgü, ekşimsi tat ve aromasını oluşturan mikroorganizma (laktik asit bakterileri) faaliyetleridir (Ordenez vd. 1999).

Sucukların arzulan karakteristlik özellikleri elde etmek için, iç faktörlerden ve dış faktörlerden yararlanılmaktadır. İç faktörler yağ ve tuz içeriği, starter kültür vb. faktörler iken, dış faktörler sıcaklık, rutubet ve hava cereyanı gibi faktörlerden oluşmaktadır. Bütün bu etkenler son üründe önemli değişikliklere sebep olmaktadır (Öven 2017).

Ordenez vd. (1999)'a göre sucuklar kontrollü sıcaklık koşullarında, nem ve hava akışı sağlanmış olgunlaştırma kabinlerinde tutulmalıdır. Fermentasyon sıcaklığı, 18° C ile 26° C arasında %90 nispi nem ortamında olgunlaştırılmalıdır.

Fermente et ürünlerinde kurutma ve fermentasyon sırasında ette bulunan enzimlerle ve kısmen de mikrobiyal enzimlerle, fiziksel ve biyokimyasal değişiklikler meydana gelmektedir. Üründe kurumaya bağlı su aktivitesinin düşmesi, ortama hakim mikroflorayı belirlemektedir. Ortama hakim laktik asit bakterileri ette mevcut olan veya dışardan ilave edilen karbonhidratları fermentasyona uğratmaktadır. Karbonhidratların bakteriyel homofermentasyonu sonucu başlıca meydana gelen ürün laktik asittir. Ürünün güvenilirliği ortam pH'sı düşürülerek sağlanmaktadır. Olgunlaşma aşamasında lipidlerin, proteinlerin ve karbonhidratların katıldığı bir dizi reaksiyon sonucu birçok

son ürün meydana gelmekte ürüne özgü tekstür, tat ve koku oluşmaktadır. Reaksiyonlar sonucu meydana gelen değişiklikler ve sonuçları Çizelge 2.2’de verilmiştir (Soyer 2002).

Çizelge 2.2 Fermente et ürünlerinde fermentasyon ve kuruma sırasında meydana gelen değişiklikler (Soyer 2002).

Neden	Sonuç
Kuruma	Ağırlık kaybı
Su aktivitesinin düşmesi	Dominant mikroorganizmaların aktif hale gelmesi, laktik asit oluşumu, pH düşüşü
Proteolitik enzimlerin aktif hale gelmesi	Kas proteinlerinin parçalanması, azotlu bileşiklerin konsantrasyonun artması
Lipolitik enzimlerin aktif hale gelmesi	Lipidlerin parçalanması, karbonil bileşiklerinin ve yağ asitlerinin oluşumu
Nitritlerin yıkımı	Renk stabilitesi, <i>Cl. botulinum</i> ’un gelişmesinin engellenmesi
Kuruma sonucu tuz konsantrasyonunun artması	Miyofibriller ve sarkoplazmik proteinlerin jelleşerek yoğunluğunun artması, tipik tekstürün oluşması

Sucuk çeşitleri içerisinde fermente sucukların daha çok tercih edilmesi ve beğenilmesinde, fermentasyonun bu ürünlerde hoş giden aroma, lezzet, renk ve yapısal nitelikler ile uzun süre dayanma etkisi olmasıdır (Kara ve Akkaya 2010).

Fermente et ürünlerinin kalitesini etkileyen lipit oksidasyon, lipaz enzimlerinin etkisiyle gliseritlerin ester bağlarından yağ asitlerinden ayrılarak serbest hale geçmesidir. Serbest yağ asitlerinden ketonlar, aldehitler ve esterler gibi koku ve tat oluşumundan sorumlu bileşiklerin meydana geldiği biyokimyasal bir olaydır (Sadullahoğlu 2010). Aldehitlerin kötü koku, aroma ve lezzet kaybının oluşmasında en büyük etkenlerden biri olduğu bildirilmiştir. Lipit oksidasyonun önüne geçmek için çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Et ürünlerinde antioksidan kullanımı alternatif uygulamalar arasında yaygınlaşmaktadır (Başpınar 2016).

Antioksidanlar, gıdaların raf ömrünü artırmak, beslenme kalitesini ve ürün lezzetini muhafaza amacıyla kullanılmaktadır. Kullanılan antioksidanların, toksik etkisi olmamalı ve son ürünün kalitesini değiştirmemelidir. Doğal antioksidanların moleküler bileşimleri, aktif bileşenleri gibi özelliklerinin belirlenmesi hakkında yapılan çalışmalar sınırlıdır (Jayaprakasha vd. 2006).

2.3.2 Fermente Sucuklarda Katkı Maddeleri

Ülkelere göre insan beslenmesinde kullanılan gıdalar, ekonomik duruma, doğa koşullarına, toplumun örf, adet ve geleneklerine göre farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar doğrultusunda geleneksel gıdalara olan ilgi son yıllarda artmaya başlamıştır. Belki de geleneksel gıdaları işlenerek paketlenen ürünlerden ayıran en önemli fark, içerisinde katkı maddelerinin daha az, tuz sirke ve baharat gibi doğal koruyucuların bulunmasıdır. Yapay koruyucuları içermemeleri sebebiyle raf ömrü açısından daha kısa raf ömrüne sahiptirler (Kocatepe ve Tırıl 2015).

Fermente sucuğun üretildiği farklı yöre ve bölgelere, pazar şartlarına ve üretilen ürünün çeşidine göre farklı baharatlar kullanılmaktadır. Fermente sucuğa genel olarak karabiber, kırmızı biber, sarımsak ve çeşitli aroma maddelerini içeren karışımlar katılmaktadır. Kimi zaman baharatların yanında sucuğa antioksidanlar, lezzeti arttırmak için soya, L-glutamik asit ve kan proteinleri de ilave edilmektedir (İnt. Kyn. 1). Soya proteininin %2'den fazla kullanımı sucuklarda kalite üzerine olumsuz etkiler meydana getirdiği bildirilmiştir (Şanes 2006).

Geleneksel olarak bazı et ürünlerinin tadını geliştirmek ve aroma kazandırmak için antioksidan ve antimikrobiyal etkileri olan baharatlardan yararlanılmaktadır (Ekici vd. 2014). Yine fermente et ürünlerinde kullanılan baharat, ürün flavorunda da etkili olmaktadır (Soyer 2002).

Son ürünün aroma oluşumunda fermente sucuklara ilave edilen karbonhidrat çeşidi ve miktarı, eklenen starter kültür kompozisyonu, tuz, baharat, nitrat ve nitrit gibi katkı maddelerinin miktarları önemli rol oynamaktadır (Sadullahoğlu 2010).

Sucuk üretiminde kullanılan katkı maddeleri esas olarak lezzet vericiler, renklendiriciler ve antioksidan bileşikleridir. Ticari sucuklarda antimikrobiyaller nitrit, nitrat, sitrik asit, sorbik asit ve bunların tuzları iken, antioksidan olarak askorbik asit kullanılmaktadır. Diğer katkı maddeleri; pH'ı düşürmek, lezzet ve aromayı arttırmak ve istenilen rengi geliştirmek için kullanılmaktadır (Bozkurt ve Erkmen 2007).

Baharat, et ürünlerinde kullanılan katkıları içinde önemli bir yere sahiptir. Baharatların içinde yer alan etkin maddeler sebebiyle sindirim kolay olmakta ve aromatik yiyeceklerinde diğer ürünlere göre mide açısından da daha az rahatsız ettiği bilinmektedir. Üründe iyi bir baharat uyumu sağlanması için tuz miktarının azaltılması gerekmekte, böylece ürünün besleyici değeri ve sağlıklı gıda olma niteliği artmaktadır. Bazı baharatlar antioksidatif etkiye sahiptir. Örneğin; kırmızıbiberin yağlar üzerinde antioksidan etkisi bilinmekte, ayrıca içerdiği askorbik asit nedeniyle üründe renk oluşumunu kolaylaştırmaktadır (Öztan 2015).

Araştırmacılar, doğal kaynaklardan elde edilen yüksek antioksidan aktiviteye sahip baharatları, sentetik antioksidanların yerine kullanmayı hedeflemektedirler (Başpınar 2016). Tüketicilerin sağlık ve gıda tüketim alışkanlıkları arasındaki ilişkiye göre önemli ölçüde bilinçlenmeleri, katkı maddelerine şüpheci yaklaşımları sebebiyle gıda sanayisinde doğal antimikrobiyal ve antioksidanlara doğru yönelim olmuştur. Nitekim literatürde farklı baharat veya ekstraktlarının et ürünleri üzerinde sergiledikleri antioksidan etkileri üzerine çok sayıda çalışmalar bulunmaktadır (Ekici vd. 2014).

Başpınar (2016), Türk sucuğuna doğal antioksidan olan Frenk üzümü ekstraktını ilave ederek sucuğun kimyasal, mikrobiyolojik, renk ve duyuşsal özelliklerine olan etkisini incelemiştir. Sonuç olarak sucukta renk, tekstür gibi özelliklerin doğal bir meyve ile geliştirildiğini ve depolama süresini uzattığı bildirilmiştir.

Agourram vd. (2013), yaptıkları çalışmada farklı çözücülerle elde edilen kuşburnu ekstraktlarının yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Mikroorganizmalar üzerinde özellikle gıda kaynaklı önemli bir patojen olan *Staphylococcus aureus*'a karşı etkili olduğunu gözlemlemişlerdir. Doğal gıda katkı

maddesi olarak, gıda güvenliğini ve besleyici değerlerini arttırmak amacıyla kullanımını uygun bulmuşlardır.

Çoksever (2009), iki farklı muameleye tabi tutulan turunç albedolarının (çiğ kurutulmuş ve ısıt işlemleri görüp kurutulmuş) farklı oranlarda (%1.0; %2.5 ve %5.0) ilave edilmesiyle sucuklarda kalite kriterleri üzerine etkilerini araştırmıştır. Daha parlak ürün elde edilmiş, yağ ve protein içeriklerinde düşüşe sebep olarak yağı azaltılmış daha sağlıklı ürün ortaya çıkmasına neden olmuştur.



3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

Geleneksel Türk sucuğu üretiminde kullanılan sığır eti ve baharatlar Afyonkarahisar’da bulunan yerel bir et entegre tesisinden temin edilmiştir.

Sucuk hamurunun hazırlanması ve dolumu Afyon Kocatepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Uygulama Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Analizlerde kullanılan kimyasal ve mikrobiyolojik malzemeler Diatek, Merck ve Ekiciler Kimya firmalarından karşılanmıştır.

3.2. Metot

Bu çalışmada fermente sucuk üretimi gerçekleştirilmiş olup, farklı oranlarda zerdeçal ilave edilerek, farklı sürelerde olgunlaştırılan sucukların kalite karakteristikleri belirlenmiştir. Sucuk hamuru için karıştırılan malzemelere 3 farklı seviyede zerdeçal ilave edilmiştir. Fermente sucukların kalite karakteristiklerini incelemek ve karşılaştırmak için; zerdeçal ilave edilmeden kontrol grubu (K) sucuklar üretilmiştir. Diğer üretilen sucuklar % 1.75 zerdeçal (Z1), % 3.50 zerdeçal (Z2), % 5.25 zerdeçal (Z3) olmak üzere üretim tamamlanmıştır. Üretilen sucuklar 0, 7, 14 ve 21. gün olmak üzere olgunlaştırma işlemine tabi tutulmuştur.

Sucuk üretimi Afyon Kocatepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Uygulama Laboratuvarında sucuk dolum makinasında gerçekleştirilmiştir.

3.2.1 Sucuk Formülasyonu ve Üretimi

Yapılan çalışmada temel alınan formülasyon Çizelge 3.1’de verilmiştir.

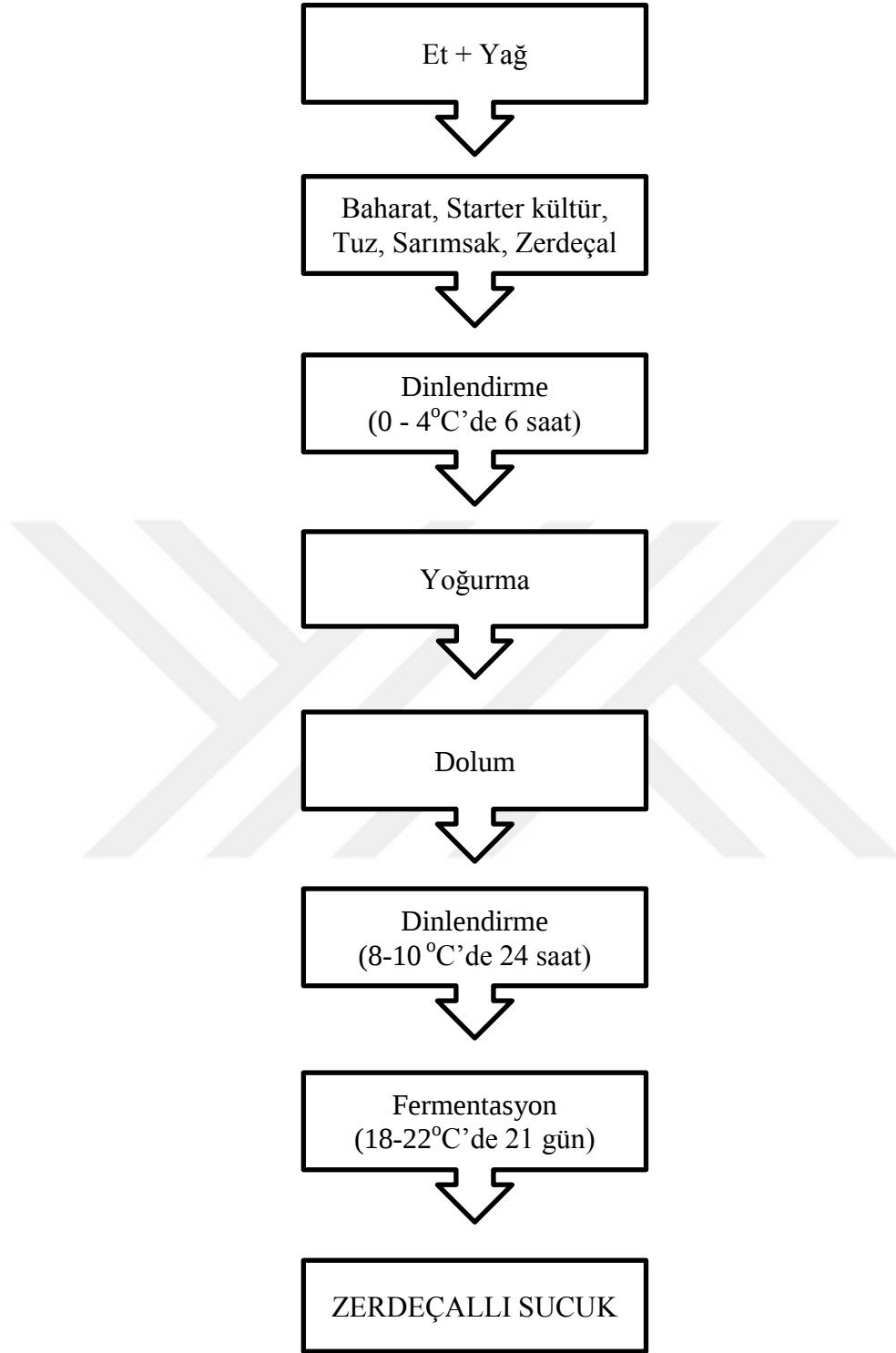
Çizelge 3.1 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin formülasyonları (g).

Hammaddeler ve katkı maddeleri	K	Z1	Z2	Z3
Et	1500	1500	1500	1500
Yağ	250	250	250	250
Tuz	50	50	50	50
Sarımsak	20	20	20	20
Kırmızıbiber (acı)	14	14	14	14
Kırmızıbiber (tatlı)	8.50	8.50	8.50	8.50
Karabiber	5	5	5	5
Kimyon	18	18	18	18
Yenibahar	1.50	1.50	1.50	1.50
Sakkaroz	7.50	7.50	7.50	7.50
Fosfat	4	4	4	4
Askorbik asit	0.5	0.5	0.5	0.5
Starter kültür	600	600	600	600
Zerdeçal	-	1.75	3.50	5.25

K: Kontrol, **Z1:** %1.75 zerdeçal katkılı sucuk, **Z2:** %3.50 zerdeçal katkılı sucuk, **Z3:** %5.25 zerdeçal katkılı sucuk

Bu çalışmada farklı oranlarda zerdeçal ilavesiyle farklı olgunlaştırma sürelerinde sucuğun fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan özellikleri incelenmiştir. Kontrol grubu ve farklı zerdeçal seviyelerinde dört grup sucuk üretilmiştir. Sucuk üretiminde yağsız sığır eti ve kavram yağı 1 gün öncesinden alınıp 0-2°C’ de 20 saat bekletilmiştir. Et, yağ karışımına baharatlar, starter kültür (*Lactobacillus plantarum* + *Staphylococcus carnosus*) ve 3 farklı oranda zerdeçal ilave edilip karışım elde edilmiştir. Kılıf olarak doğal bağırsak kullanılmıştır. Bağırsaklar ılık sirkeli suda 1-2 saat bekletilmiştir. Sucuk hamuru yaklaşık 6 saat 4°C’de dinlendirilmeye bırakılmıştır. Doğal bağırsak kılıflarına hava kalmayacak şekilde özen gösterilerek dolum makinası yardımıyla sucuk dolumu gerçekleştirilmiştir. Dolumdan sonra hava kalmaması için birçok noktadan iğne ile delinmiştir. İpe dizilmiş sucuklar birbirine değmeyecek şekilde asılmış ve duşlama yapılmıştır. Dolumu yapılan sucuk örnekleri 24 saat dinlendirilmeye bırakılmıştır. Sonrasında sucuklar iklimlendirme kabine alınarak ilk iki gün 22°C sıcaklıkta %95 bağıl nemli ortamda, üçüncü gün 18°C’de %90 bağıl nemde fermentasyona bırakılmıştır. Üçüncü günden sonra sıcaklık sabit tutulmuş yirmi birinci günün sonunda olgunlaştırma işlemine son verilmiştir.

Şekil 3.1’de zerdeçalı sucuk üretim akış şeması ve Resim 3.1’de üretimi yapılan sucukların görseli verilmiştir.



Şekil 3.1 Fermente sucuk üretim akış şeması.



Resim 3.1 Zerdeçalı sucuk örnekleri.

3.3 Analiz Yöntemleri

3.3.1 Kimyasal Analizler

Sucuk örneklerinin pH, a_w , nem, yağ, protein, kül analizleri iki paralel olarak analiz metotlarına göre yapılmıştır.

3.3.1.1 pH Tayini

Sucuk örneklerinden 10 gram tartılarak, üzerine 100 mL distile su eklenip karıştırılarak homojenize olması sağlanmıştır. Uygun tampon çözeltileri ile kalibre edilmiş Thermo scientific model pH metrede değerler okunmuştur (Ay 2015).

3.3.1.2 Su aktivitesi (a_w) Tayini

Numunelerin su aktivitesi değerleri, su aktivitesi cihazı Novasina LabTouch- a_w 'de 25°C'de okunmuştur (Dalmış 2007).

3.3.1.3 Nem Tayini

Daha önce 105°C'de kurutulmuş ve darası alınmış kaplara yaklaşık 5 g numune tartıldıktan sonra 105°C'deki etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar numuneler kurutulmuştur. Nem miktarı; meydana gelen ağırlık kaybından % olarak hesaplanmıştır (Dalmış 2007).

3.3.1.4 Protein Tayini

Numunelerin % azot miktarları Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiş ve 6.25 faktörü ile çarpılarak, % protein miktarı hesaplanmıştır (Dalmış 2007).

3.3.1.5 Yağ Tayini

Sucuk numunelerinin yağ miktarları Soxhlet metodu kullanılarak belirlenmiş ve % olarak hesaplanmıştır. Çözücü olarak hekzan kullanılmıştır (Dalmış 2007).

3.3.1.6 Kül Tayini

Krozeler etüvde sabit tartıma getirilmiştir. Sabit tartıma getirilen krozelere yaklaşık 3 g örnek alınıp 105°C'de kurutulmuştur. Kül fırını 550°C'ye getirilerek soğutulup darası alınan krozeler bu sıcaklıkta gri-beyaz renk alana kadar yakılmıştır. Kül miktarı % olarak hesaplanmıştır (Dalmış 2007).

3.3.2 Renk Analizi

Sucukların renk ölçümleri Minolta (CR-A70, Japan) renk cihazı ile yapılmıştır. Petri kaplarına alınan örnekler dilim, iç ve dış kabuk olmak üzere her bir sucuk örneğinde 8

farklı noktada yapılmıştır. Ölçüm cihazında CIE $L^*a^*b^*$ sistemine göre a^* değeri kırmızılık ve yeşilliği, b^* değeri sarılık ve maviliği, L^* değeri parlaklık derecesini ölçmektedir (Altan 2014).

3.3.3 Tekstür Profil Analizi

Tekstür analizi TA Plus Tekstür Analiz Cihazı kullanılarak sucuklara oda sıcaklığında %20 kompresyon uygulanarak ardışık olarak 2 kez sıkıştırılmıştır. Sucuk örnekleri 1cm kalınlığında dilimlenmiştir. Her bir sucuk örneğinde iki paralel yapılarak ölçüm gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarında örneklerin sertlik, dış yapışkanlık, iç yapışkanlık, elastikiyet, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik gibi duyuşal özellikleri tespit edilmiştir (Demir 2013).

3.3.4 Mikrobiyolojik Analizler

Sucuk örneklerinin her birinden aseptik koşullarda 10 g alınarak, Stomacher poşetlerine koyulmuştur. Üzerine 90 mL steril ringer çözeltisi ilave edilmiştir. Karışım 200 dev/dk'da 2 dk homojenize edilmiştir. Örnekler steril ringer çözeltisi kullanılarak istenilen oranda seyreltilmiştir. Mikrobiyolojik analiz sonuçları log kob/g olarak verilmiştir. Analizler her numune için iki paralel olarak yapılmıştır.

3.3.4.1 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı (TMAB)

Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı, örneklerin stomacher ile homojen hale getirilip Plate Count Agar besiyerine yayma plak yöntemiyle ekim yapılarak analiz edilmiştir. Ekim yapılan petriler 35-37°C sıcaklıkta 24-48 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır (Halkman 2005).

3.3.4.2 Laktik Asit Bakteri Sayımı (LAB)

Laktik asit bakteri sayımı, örneklerin stomacher ile homojen hale getirilip MRS besiyeri kullanılarak yayma plak yöntemiyle ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petriler 30°C

sıcaklıkta 72 saat inkübe edilmiştir (Halkman 2005).

3.3.4.3 Koliform Bakteri Sayımı

Koliform grubu bakteri sayımı, homojen hale getirilmiş örneklerin Violet Red Bile Agar (VRBA) besiyeri ile yayma plak yöntemi ile yapılmıştır. Ekim yapılan petriler 37°C sıcaklıkta 24 saat inkübasyona bırakılmıştır (Halkman 2005).

3.3.4.4 Maya-Küf Sayımı

Maya-küf sayımı, homojen hale getirilmiş numunelerin Patato Dekxtrose Agar (PDA) besiyeri ile yayma plak yöntemiyle ekim yapılarak analiz edilmiştir. Ekim yapılan petriler 25°C sıcaklıkta 5-7 gün süre ile inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda oluşan maya ve küf kolonilerinin sayımı yapılmıştır (Akarca 2013).

3.3.5 Duyusal Analiz

Sucuklar 10 kişilik panelist grubu üyelerince değerlendirilmiştir. Değerlendirmede EK-1’de gösterilen sucuk değerlendirme formu kullanılmıştır.

Tüketime hazır hale gelen 21. gün sucuklarından, keskin bir bıçak kullanılarak dilimler şeklinde kesilmiştir. Dilimler şeklinde kesilen pişmiş sucuklar renk, koku, tat, tekstür ve genel beğeni yönünden değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirmeye tabi tutulan sucuk örneklerinin birbirlerinden etkilenmesi önlemek amacıyla panalistlere nötr gıda olarak ekmek ve su verilmiştir. Değerlendirmede 9 puanlı hedonik skala kullanılmıştır. 1: son derece kötü ve 9: mükemmel olarak değerlendirilmiştir (Pinero vd. 2008).

3.3.6 İstatistiksel Analiz

Çalışma sonucunda elde edilen veriler SSPS 20.0 paket programı kullanılarak istatistiksel analizleri yapılmıştır. Farklı oranlarda zerdeçal ilaveli örneklerin üretim aşamaları (olgunlaştırma kurutma) periyodunca yapılan analizlerden elde edilen verilere, Varyans Analizi uygulanmıştır. Örnekler arası farkın hangi düzeyde olduğunun

tespiti için Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılmıştır.



4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu araştırmada, farklı oranlarda zerdeçal ilave edilerek üretilen sucukların olgunlaştırma zamanlarına göre 0, 7, 14 ve 21. günlerde kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik analizleri yapılmış ve sonuçları ayrı ayrı incelenmiştir. Bulunan sonuçlar istatistiksel açıdan değerlendirilmiş ve bu konuya benzer başka çalışmalar ile karşılaştırılarak bulgular yorumlanmıştır.

4.1 Kimyasal Analizler

Kimyasal analizlere ait sonuçlar Çizelge 4.1, Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2, Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları da Çizelge 4.3; 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.1 Sucuk örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları.

Gün	Örnek	pH	Yağ(%)	Nem(%)	Kül(%)	a_w	Protein(%)
0	K	5.97 ± 0.04	24.49 ± 1.68	54.01 ± 0.51	5.91 ± 0.03	0.92 ± 0.02	20.62 ± 1.25
	Z1	5.98 ± 0.01	26.11 ± 1.90	57.79 ± 2.50	4.93 ± 0.44	0.93 ± 0.02	22.08 ± 0.95
	Z2	6.00 ± 0.01	26.24 ± 0.29	54.57 ± 4.96	4.04 ± 1.22	0.91 ± 0.00	22.29 ± 0.95
	Z3	5.98 ± 0.02	26.41 ± 1.07	53.22 ± 2.56	4.35 ± 0.08	0.89 ± 0.00	22.14 ± 1.49
7	K	5.40 ± 0.06	28.28 ± 0.12	41.18 ± 2.04	5.34 ± 0.18	0.90 ± 0.03	22.10 ± 0.93
	Z1	5.07 ± 0.04	30.84 ± 0.13	43.61 ± 2.69	4.92 ± 0.34	0.90 ± 0.03	23.16 ± 0.89
	Z2	5.08 ± 0.00	32.08 ± 0.81	42.39 ± 2.74	4.68 ± 0.73	0.90 ± 0.01	23.10 ± 0.63
	Z3	5.55 ± 0.05	34.27 ± 0.52	40.47 ± 0.69	6.18 ± 0.08	0.89 ± 0.02	23.14 ± 0.10
14	K	5.16 ± 0.03	35.20 ± 0.58	32.29 ± 1.34	6.91 ± 0.56	0.87 ± 0.00	25.18 ± 0.19
	Z1	5.05 ± 0.01	36.04 ± 0.36	28.55 ± 1.84	6.25 ± 0.76	0.81 ± 0.01	26.12 ± 0.66
	Z2	5.09 ± 0.01	35.98 ± 0.20	26.63 ± 3.59	6.47 ± 0.47	0.79 ± 0.02	26.36 ± 0.19
	Z3	5.61 ± 0.04	37.41 ± 0.58	26.47 ± 1.05	7.74 ± 0.53	0.75 ± 0.00	26.61 ± 0.06
21	K	5.07 ± 0.02	37.37 ± 0.49	25.43 ± 0.54	7.30 ± 0.23	0.80 ± 0.03	25.80 ± 0.16
	Z1	5.10 ± 0.04	37.62 ± 0.06	26.42 ± 1.44	6.89 ± 0.16	0.79 ± 0.04	26.58 ± 0.68
	Z2	5.09 ± 0.01	37.92 ± 0.02	24.65 ± 0.74	6.75 ± 0.38	0.77 ± 0.00	26.84 ± 0.26
	Z3	5.60 ± 0.00	37.43 ± 0.35	24.83 ± 1.11	8.25 ± 0.69	0.75 ± 0.00	26.85 ± 0.65

K: Kontrol, Z1: %1.75 zerdeçal katkılı sucuk, Z2: %3.50 zerdeçal katkılı sucuk, Z3: %5.25 zerdeçal katkılı sucuk

a_w : Su aktivitesi

4.1.1 pH Sonuçları

Sucuk örneklerinin üretim aşamalarına ait pH sonuçları Çizelge 4.1’de toplu olarak verilmiştir. Sucuk örneklerinde en düşük pH değeri (5.05) 14. günde Z1 örneğinde, en yüksek pH değeri (6.00) 0. günde Z2 örneğinde belirlenmiştir. pH düşüşü bütün gruplarda olgunlaştırmanın 7. gününe kadar devam etmiş, 21. günün sonunda sırasıyla pH değerleri 5.07; 5.10; 5.09 ve 5.60 olarak tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, sucuk örneklerinin pH değerleri üzerine olgunlaştırmanın, zerdeçalın ve olgunlaştırma*zerdeçalın etkileşimi $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Sucuk örneklerine ait kimyasal analizlerin Varyans analiz sonuçları.

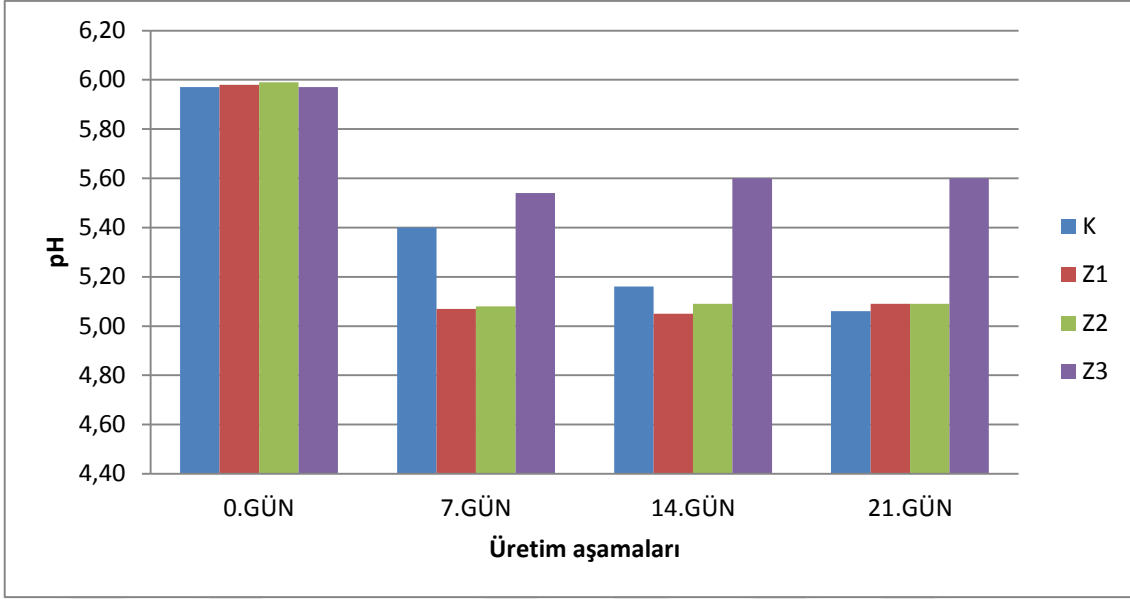
	pH	Yağ	Nem	Kül	a_w	Protein
Gün	1239.85**	370.44**	293.06**	41.29**	93.09**	114.80**
Z	282.42**	14.73**	2.51	8.07**	11.87**	7.47**
Gün*Z	46.86**	3.75*	1.00	2.08	2.17	015

Z: Zerdeçal seviyesi (*) $p<0.05$ düzeyinde önemli. (**) $p<0.01$ düzeyinde önemli.

a_w : Su aktivitesi

Sucuk örneklerinde, farklı seviyelerde zerdeçal ilavesine ait ortalama pH değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3’te, olgunlaştırma sürelerine ait sonuçlar ise Çizelge 4.4’te verilmiştir.

Sucuk örneklerinde olgunlaştırmaya bağlı olarak pH değerleri düşmektedir. Şekil 4.1’de görüldüğü gibi en yüksek pH değerleri 0. gün örneklerinde tespit edilmiştir.



Şekil 4.1 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin pH değerleri.

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, zerdeçal seviyesinin pH üzerinde Kontrol ve Z3 arasında istatistiksel olarak farklı olduğunu ve Z1 ve Z2 gruplarında istatistiki olarak farksız bulunmuştur (Çizelge 4.3), olgunlaştırma periyodunca pH değeri 0. ve 7. gün arasında istatistiksel olarak farklı olduğu ve 14. ve 21. günlerde istatistiksel olarak farksız olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.4).

Cho vd. (2006), domuz sucuğuna meyan kökü ve zerdeçal ekstraktlarını %0.5, %1.0 ve %5.0 seviyelerinde ekleyerek sucuğun depolama şartlarına ve kaliteye olan etkilerini araştırmışlardır. 35 gün 10°C’de muhafaza edilen domuz sucuklarında pH değerleri 5.93 ile 6.01 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Farklı oranda zerdeçal ilave edilen sucukların bu çalışmadaki pH aralığına uygun olduğu görülmüştür.

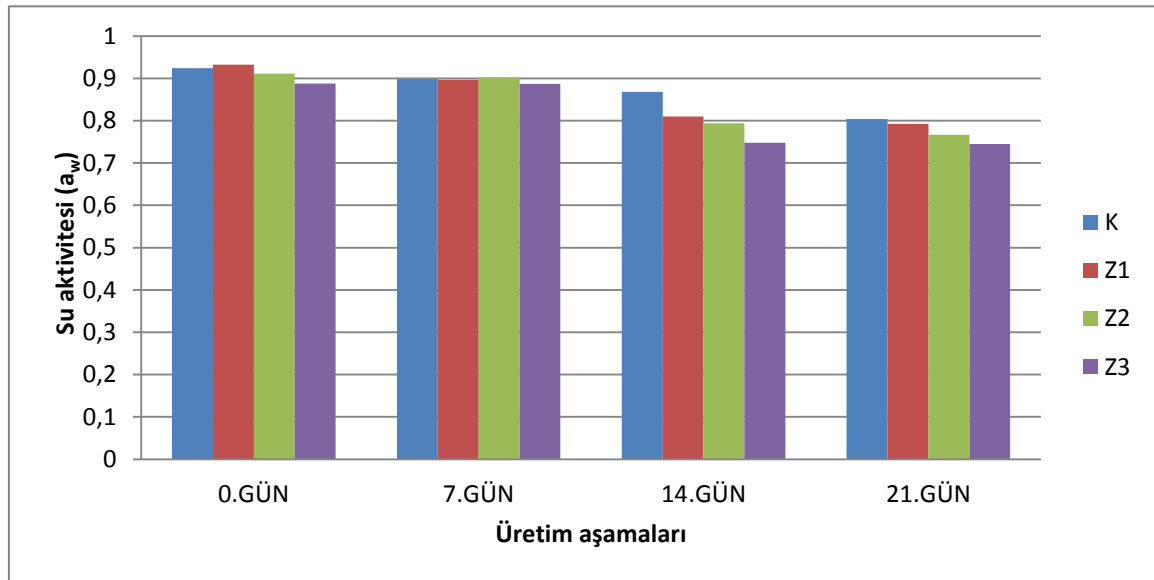
Casaburi vd. (2007), starter kültür ilave ederek ürettikleri sosislerde son pH değerinin 5.42 ve 5.59 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Erkmen ve Bozkurt (2004), Türkiye’de satışa sunulan sucukların pH değerlerinin 4.53 ile 5.77 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmadaki sucukların pH değerleri de, bu aralıkta bulunmuştur. Aksu (2003), sucuk üretiminde ısırgan otu ilaveli ve örneklerin pH değerlerini 5.16 ile 5.57 arasında bulunduğunu bildirmiştir.

Berardo vd. (2016), sodyum nitrit ve askorbat ilave edilmiş kuru fermente sosislerin başlangıç pH'ları 5.6 ile 5.8 arasında iken olgunlaştırmanın 2. gününden sonra 5.3 ile 5.5 arasında değişen değerlere düşmüştür. Kurutma süresince değerlerin yaklaşık bu aralıkta olduğu belirtilmiştir. Buna göre zerdeçal katkılı sucuk pH değerleri yapılan çalışmaya göre uygun bulunmuştur.

4.1.2 Su Aktivitesi (a_w) Sonuçları

Sucuk örneklerine ait su aktivitesi değerleri Çizelge 4.1'de toplu olarak verilmiştir. Sucuk örneklerinde en düşük su aktivitesi değeri (0.750) 21. günde Z3 örneğinde, en yüksek su aktivitesi değeri (0.930) 0. günde Kontrol örneğinde belirlenmiştir. Su aktivitesi 21. günün sonuna kadar düşerek a_w değerleri sırasıyla 0.800; 0.790; 0.770 ve 0.750 olarak bulunmuştur.

Yapılan bu çalışmada farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucukların a_w değerleri Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin a_w değerleri.

Su aktivitesi sucuklarda olgunlaşma sırasında su kaybıyla birlikte azalma göstermektedir. Kurutma sonucu, fermente sosislerde su uzaklaştığı için gün geçtikçe a_w

değerleri de düşüş göstermiştir. Liaros vd. (2009), su aktivitesindeki değişikliklerin olmasını, nem kaybından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, sucuk örneklerinin su aktivitesi üzerine olgunlaştırmanın ve zerdeçalın etkileşimi $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Sucukta, farklı oranlarda zerdeçal ilavesine ait a_w değerleri Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3'te, olgunlaştırma sürelerine ait ortalamalar ise 4.4'te verilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, zerdeçal seviyesinin a_w üzerinde tüm sucuk örneklerinde istatistiksel olarak farklı olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3). Olgunlaştırma süresince a_w değerinin 14. ve 21. günlerde istatistiksel olarak farklı olduğunu, 0. ve 7. günlerin istatistiksel olarak farksız olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.3 Sucuk örneklerine ait kimyasal analizlerde farklı oranda katkının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Z	n	pH	Yağ	Nem	Kül	a_w	Protein
Kontrol	2	5.39 b	31.33 a	38.22 ab	6.36 b	0.873 c	23.42 a
Z1	2	5.29 a	32.64 b	39.09 b	5.74 a	0.857 bc	24.48 b
Z2	2	5.31 a	33.05 bc	37.05 ab	5.48 a	0.843 b	24.64 b
Z3	2	5.68 c	33.87 c	36.24 a	6.62 b	0.817 a	24.68 b

Z: Zerdeçal, **Z1:** %1.75 zerdeçal katkılı sucuk, **Z2:** %3.50 zerdeçal katkılı sucuk, **Z3:** %5.25 zerdeçal katkılı sucuk

n: Çizelgedeki değerler iki tekerrürün ortalamasıdır.

Nazlı (1998), starter kültür aşıl原因 olarak ürettiği sucukların olgunlaşmanın ilk günü a_w değeri 0.95 iken olgunlaşmanın 15. gününde 0.75'e kadar düşmüştür. Kültür inokule etmeden ürettiği kontrol grubunda ise 1. gün 0.96'dan 15. günün sonunda 0.78'e kadar düşüş göstermiştir. Bu sonuçlara göre zerdeçal katkılı sucuklar açısından birbirine benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Olesen vd. (2004), farklı kültür kullanarak ürettikleri sosislerde 0. günden 35. güne kadar olan a_w değerlerinin 0.97 ile 0.75 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Olgunlaşma dönemi boyunca düzenli bir şekilde a_w 'nin azaldığını belirtmişlerdir.

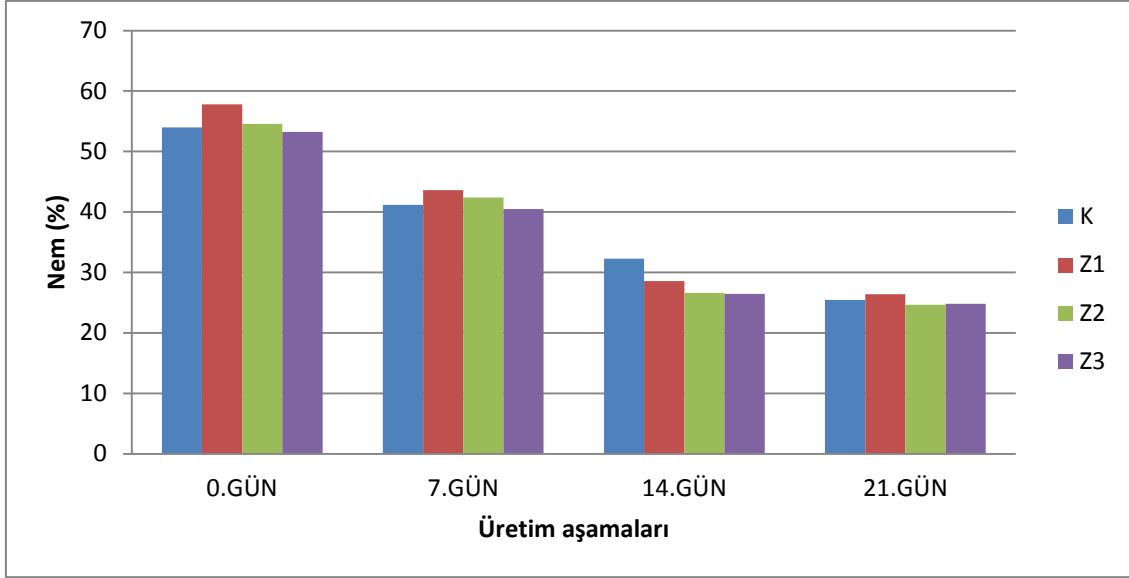
4.1.3 Nem Sonuçları

Sucuk örneklerine ait nem miktarı Çizelge 4.1'de toplu olarak verilmiştir. Sucuk örneklerinde en düşük nem değeri (%24.65) 21. günde Z2 örneğinde, en yüksek nem değeri (%57.79) 0. günde Z1 örneğinde belirlenmiştir. Nem olgunlaştırmanın 21. gününe kadar azalarak devam etmiştir. Nem miktarları sırasıyla; %25.43; %26.42; %24.65 ve %24.83 olarak bulunmuştur.

Varyans analiz sonuçlarına göre, sucuk örneklerinin nem miktarı üzerine olgunlaştırma süreleri $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2). Olgunlaştırma sürelerine bağlı olarak nem miktarları da düşmektedir.

Sucuk örneklerinde, farklı oranlarda zerdeçal ilavesine ait ortalama nem miktarlarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3'te, olgunlaştırma sürelerine ait ortalamalar Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin nem miktarları Şekil 4.3'te belirtilmiştir.



Şekil 4.3 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin % nem miktarları.

TS 1070 Türk sucuğu kalite özelliklerine göre ve Türk Gıda Kodeksi'nin Et Ürünleri Tebliği'ne göre tüketime hazır sucuk örneklerinde nem miktarı en fazla %40 olarak sınırlandırılmıştır. Çalışmada tüm örneklerin TS 1070 ve et ürünleri tebliğine uygun seviyede nem içeriğine sahip oldukları görülmüştür.

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, zerdeçal seviyesinin nem miktarı üzerinde Z1 ve Z3 arasında istatistiksel olarak farklı olduğunu, K ve Z2 örneklerinde istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3). Olgunlaşma periyodunca nem miktarının istatistiksel olarak farklı olduğu görülmüştür (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 Sucuk örneklerine ait kimyasal analizlerde olgunlaştırma süresinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gün	N	pH	Yağ	Nem	Kül	a_w	Protein
0. Gün	2	5.98 c	25.80 a	54.89 d	4.80 a	0.914 c	21.78 a
7. Gün	2	5.27 b	31.36 b	41.91 c	5.27 a	0.896 c	22.87 b
14.Gün	2	5.22 a	36.15 c	28.48 b	6.83 b	0.805 b	26.06 c
21.Gün	2	5.21 a	37.58 d	25.33 a	7.29 b	0.777 a	26.51 c

n: Çizelgedeki değerler iki tekerrürün ortalamasıdır.

Kurt (2012), sucuğa %5 seviyesinde kuru ve siyah incir ilave ederek yaptığı çalışmasında 30. günün sonunda örneklerin nem miktarlarının %27.7 ve %15.8'e düştüğünü bildirmiştir. Erdoğan ve Ergün (2005), nem miktarını %20.78 olarak bulmuşlardır. Ay (2015), farklı bitkisel yağ ilave edilmiş sucuk örneklerinin nem miktarlarını %19.41 ile %22.78 olarak bulduğunu belirtmiştir. Örneklerin nem miktarları daha önce yapılan çalışmalarda nem miktarlarıyla benzerlik göstermektedir.

Yüzlü (2018), ıspanak ve maydanoz tozları kullanarak ürettiği fermente sucuklarda nem miktarlarını %26 ile %33 arasında bulduğunu bahsetmiştir. Yapılan bu çalışmaya göre nem miktarının daha düşük çıkması, olgunlaştırma süresinin daha uzun tutulması ile açıklanabilir.

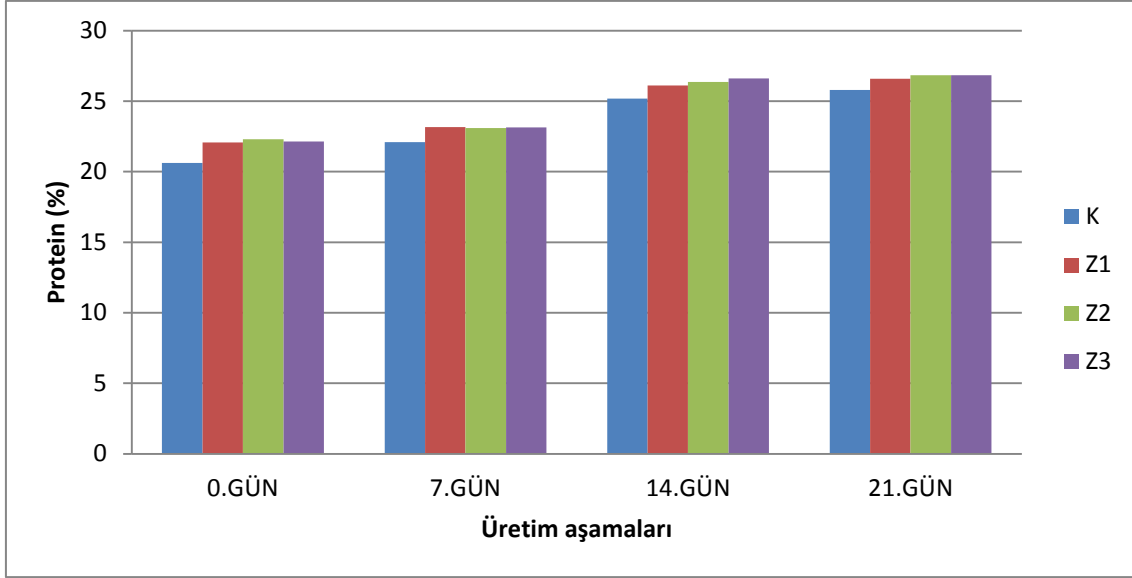
4.1.4 Protein Sonuçları

Sucuk örneklerine ait protein miktarları Çizelge 4.1'de toplu olarak verilmiştir. Sucuk örneklerinde en düşük protein miktarı (%20.62) 0. günde Kontrol grubu örneğinde, en yüksek protein miktarı (%26.85) 21. gün Z3 örneğinde belirlenmiştir. Protein miktarları 21. günün sonuna kadar artmış ve sırasıyla %25.80; %26.58; %26.84 ve 26.85 olarak belirlenmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, sucuk örneklerinin protein miktarları üzerine olgunlaştırmanın ve zerdeçalın etkileşimi $p<0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Sucuk örneklerinde, farklı oranlarda zerdeçal ilavesine ait ortalama protein miktarlarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3'te, olgunlaştırma sürelerine ait ortalamalar Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Zerdeçal ilaveli sucuk örneklerinde 14. günden itibaren nem miktarlarında daha fazla düşüş görülmesine bağlı olarak protein miktarında da daha fazla artış olduğu söylenebilir. Şekil 4.4'te protein miktarlarının zamanla arttığı görülmektedir.



Şekil 4.4 Farklı seviyelerde zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin % protein miktarları.

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, zerdeçal seviyesinin protein miktarı üzerinde Kontrol grubunda istatistiksel olarak farklı olduğunu, Z1, Z2 ve Z3 gruplarında istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Olgunlaştırma periyodunca protein değerleri 0. ve 7. gün arasında istatistiksel olarak farklı olduğu, 14. ve 21. günlerde istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.4).

Geçgel vd. (2016), soğuk pres tekniği ile elde edilen bitkisel yağlar farklı oranlarda (%10, %20 ve %30) ilave edilerek üretilen sucuklarda protein miktarları %44.51 ile 47.69 arasında çıkmıştır. Kurt (2012), kuru ve siyah incir ilave ederek ürettiği sucuklarda 14. günde protein içerikleri %22.5 ile %22.9'a ulaşmıştır. 30. gündeki değerler ise kuru incir katkılı ve kontrol gruplarında %22.5 ve %25.1 iken siyah incir katkılı sucuk örneği grubunda protein miktarı %30.1 olarak tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalar, zerdeçal katkılı sucuk örneklerinden daha yüksek bulunmuştur. Araştırmacıların örneklerindeki protein miktarlarının yüksek olması, olgunlaştırma sonunda nem miktarlarının daha düşük çıkmasına ve formülasyonlardaki yağ içeriklerinin farklılıklarından kaynaklanmış olabilir.

Gökalp (1982) ve Soyer (1989), olgunlaştırma-kurutma sürecinin sonunda sucuk örneklerinin protein miktarlarını %27.3 ile %30.0 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmalarda elde edilen bulgulara göre bu çalışmada elde edilen bulgular uyumlu bulunmuştur. Türk Gıda Kodeksi'nin Et Ürünleri Tebliği'ne göre tüketime hazır sucuk örneklerinde protein miktarı kütleye en az %16 olarak belirlenmiştir. Çalışmada tüm örneklerin et ürünleri tebliğine uygun seviyede protein içeriğine sahip oldukları görülmüştür.

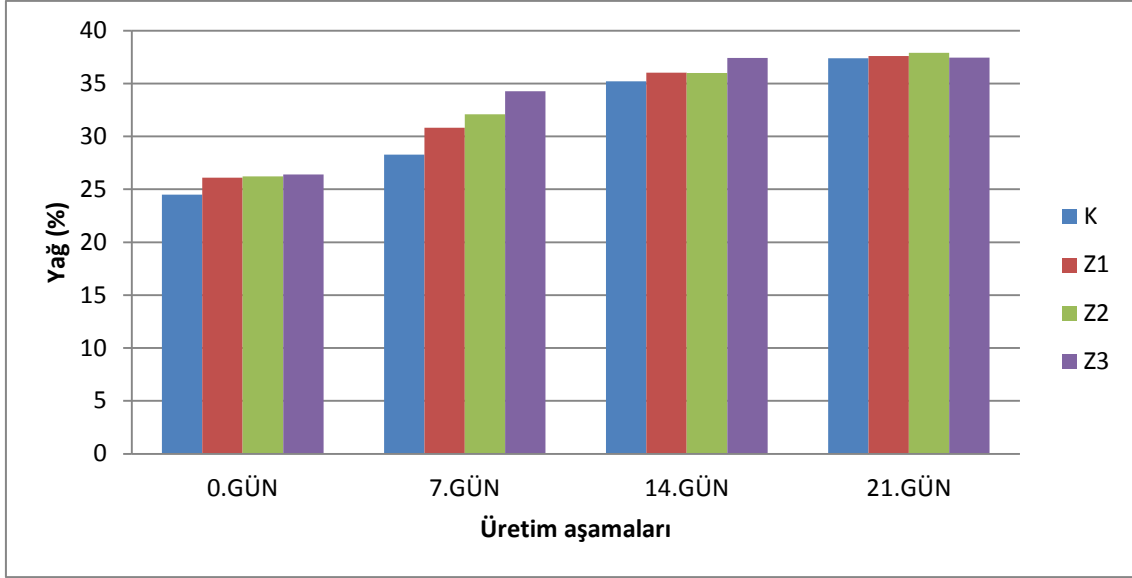
4.1.5 Yağ Sonuçları

Sucuk örneklerinin üretim aşamalarına ait yağ analiz sonuçları Çizelge 4.1'de toplu olarak verilmiştir. Sucuk örneklerinin en düşük yağ miktarı (%24.49) 0. günde Kontrol grubunda, en yüksek yağ miktarı (%37.92) 21. günde Z2 örneğinde saptanmıştır. 21. günün sonunda sırasıyla yağ içerikleri %37.37; %37.62; %37.92 ve %37.43 olarak tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, sucuk örneklerinin yağ içerikleri üzerine zerdeçal ve olgunlaştırmanın etkileşimi $p<0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Olgunlaştırma*zerdeçalın etkisi ise $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Sucuk örneklerinde, farklı oranlarda zerdeçal ilavesine ait ortalama yağ miktarlarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3'te, olgunlaştırma sürelerine ait ortalamalar Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Sucuk örneklerinde Şekil 4.5'te görüldüğü gibi yağ miktarları olgunlaştırma sürelerine bağlı olarak artarak devam etmiştir.



Şekil 4.5 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin % yağ miktarları.

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, zerdeçal oranının ve olgunlaştırma periyodunun yağ değeri üzerine tüm gruplarda istatistiksel olarak farklı bulunduğu görülmüştür (Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4).

Doğu vd. (2002), Afyonkarahisar ilinde faaliyet gösteren et işletmelerinden temin ettikleri sucuk örneklerinde kalite açısından önemli kritere sahip yağ oranı miktarlarını %23.33 ile %32.00 arasında ve ortalama %28.09 olarak tespit etmişlerdir. Zerdeçal ilave edilen sucuk örneklerine göre verilen bulguya göre daha düşük bulunmuştur. Bunun da sebebi olgunlaşma süresinin daha uzun tutularak, bu süreçte kuru madde ki artışa bağlı olarak yağ miktarı da yükselmeye devam etmiştir.

Atik (2013), olgunlaştırma sürecinin sonunda yağ oranlarının %37.58 ile %39.09 arasında olduğu belirtmiştir. Kahramanmaraş piyasasında satışa sunulan sucukların araştırıldığı bir çalışmada yağ oranı değerleri %30.30 ile %49.80 oranında ve ortalama %39.2 olarak tespit edilmiştir (Erdoğrul ve Ergün 2005). Yapılan bu çalışmaya göre verilen araştırma sonuçları uygun bulunmuştur.

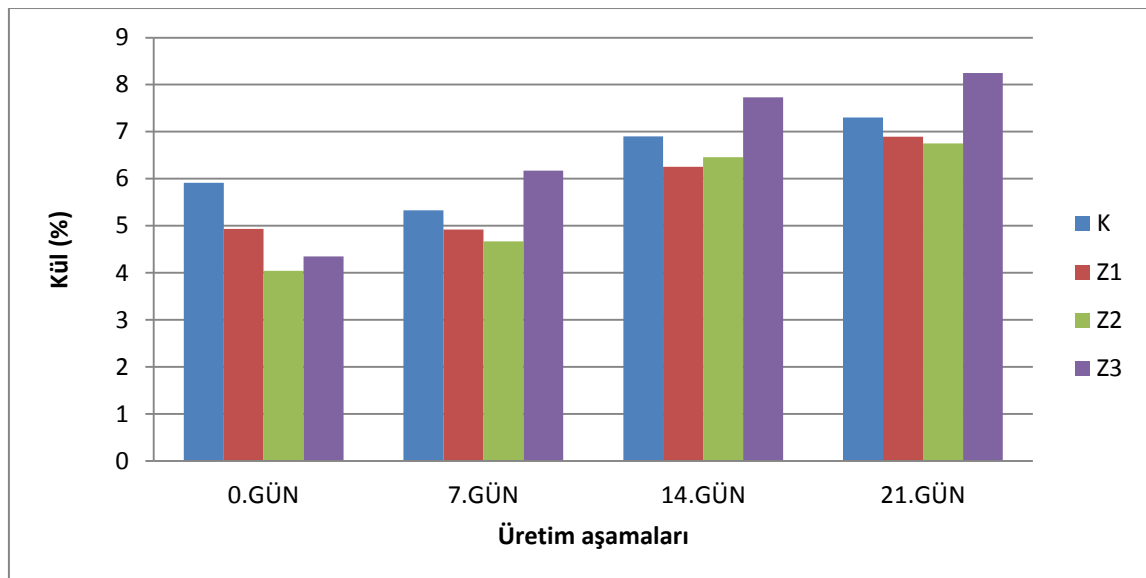
4.1.6 Kül Sonuçları

Sucuk örneklerinin üretim aşamalarına ait kül sonuçları Çizelge 4.1’de toplu olarak verilmiştir. Sucuk örneklerinin en düşük kül miktarı (%4.04) 0. Günde Z2 örneğinde, en yüksek kül miktarı (%8.25) 21. Günde Z3 örneğinde belirlenmiştir. Olgunlaştırmanın son gününde sırasıyla kül değerleri, %7.30; %6.89; %6.75 ve %8.25 olarak tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, sucuk örneklerinin kül değerleri üzerine olgunlaştırmanın ve zerdeçalın etkileşimi $p<0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Sucuk örneklerinde, farklı oranlarda zerdeçal ilavesine ait ortalama kül miktarlarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3’te, olgunlaştırma sürelerine ait ortalamalar ise Çizelge 4.4’te verilmiştir.

Kül miktarları olgunlaştırma zamanına göre artarak devam etmektedir. En yüksek değerler olgunlaştırmanın 21. gününde görülmektedir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin % kül miktarları.

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, zerdeçal seviyesinin % kül miktarları üzerinde Kontrol ve Z3 grupları, Z1 ve Z2 grupları arasında istatistiksel olarak fark önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.3). Olgunlaştırma periyodunca % kül miktarları ise 0. ve 7. gün, 14. ve 21. günlerde istatistiksel olarak fark önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Ay (2015), farklı bitkisel yağ ilave ederek ürettiği sucuklarda kül miktarı, aspir yağı ile yapılan sucuklarda %8.98 ile %9.13 arasında, ceviz yağı ile yapılan sucuklarda %8.87 ile 9.06 arasında, fındık yağı ilave edilerek yapılan sucuklarda %8.27 ile %8.98 arasında ve zeytinyağı ile yapılan sucuklarda ise %8.84 ile %8.98 arasında bulunduğunu bildirmiştir. Yapılan bu çalışmaya göre zerdeçal ilave edilen örneklerin sonuçları birbiri ile uyumlu bulunmuştur.

Erdoğrul ve Ergün (2005), Kahramanmaraş piyasasında tüketilen 60 adet sucuk örneklerinde fiziksel, kimyasal, duyusal ve mikrobiyolojik özellikleri incelemişlerdir. Kül miktarları %3.4 ile %12.3 arasında tespit etmişlerdir. Zerdeçalı sucuk örnekleri yapılan çalışma ile benzer aralıkta bulunmuştur.

Uz (2008), farklı seviyelerde (%3, %6, %9) buğday kepeği ilave edilerek üretilen sucukların olgunlaştırma süresinin sonunda kontrol grubu örneğinde kül miktarı %4.73, %3, %6 ve %9 kepek ilave edilmiş sucuklarda sırasıyla %5.24, %6.19 ve %6.95 olarak bulunduğu bildirilmiştir. Sucuğa kepek ilavesi arttıkça kül miktarının da arttığı gözlenmiştir. Yapılan çalışmada elde edilen bulgular bu çalışmadaki bulgular ile uyumlu bulunmuştur.

Elazığ'da satışa sunulan 100 adet sucuk, kimyasal kalite ve mikrobiyoloji açısından Öksüztepe vd. (2011) tarafından incelenmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre % kül miktarları en az %1.70, en çok %8.85 ve ortalama olarak %5.39 olarak bulunduğu bildirilmiştir. Yapılan bu çalışmaya göre zerdeçal ilaveli sucuk örneklerinde % kül miktarı daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi kullanılan etin kalitesi, baharat seviyeleri ve ürünün yağ içeriği ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

4.2 Renk Sonuçları

Farklı seviyelerde zerdeçal ilave edilerek üretilen sucukların üretim aşamalarında L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık) sonuçları ölçülerek saptanmıştır.

Çizelge 4.5 Sucuk örneklerine ait renk analiz sonuçları.

Gün	Z	KY_ L^*	KY_ a^*	KY_ b^*
0	Kontrol	42.41 ± 4.21	27.07 ± 1.93	20.16 ± 2.87
	Z1	44.65 ± 2.61	28.34 ± 3.25	20.17 ± 2.41
	Z2	41.47 ± 2.12	27.65 ± 1.53	20.97 ± 2.28
	Z3	42.49 ± 1.17	28.03 ± 1.67	25.47 ± 2.16
7	Kontrol	41.95 ± 2.51	21.78 ± 1.32	15.63 ± 1.37
	Z1	41.58 ± 2.73	20.74 ± 2.18	16.83 ± 2.37
	Z2	42.39 ± 3.08	20.35 ± 2.80	17.23 ± 2.75
	Z3	42.21 ± 1.42	21.00 ± 1.66	22.63 ± 2.21
14	Kontrol	37.92 ± 3.43	15.36 ± 1.13	13.29 ± 1.31
	Z1	37.75 ± 2.88	12.43 ± 1.66	14.49 ± 2.09
	Z2	37.06 ± 4.07	14.38 ± 0.45	14.11 ± 1.22
	Z3	36.25 ± 2.23	15.32 ± 1.84	18.78 ± 0.83
21	Kontrol	41.89 ± 2.38	19.95 ± 1.76	17.13 ± 1.49
	Z1	38.77 ± 1.30	15.86 ± 1.52	14.15 ± 1.54
	Z2	38.67 ± 1.30	16.43 ± 1.46	14.99 ± 2.96
	Z3	36.10 ± 2.89	15.69 ± 1.81	18.12 ± 2.28

Z: Zerdeçal, Z1: %1.75 zerdeçal katkılı sucuk, Z2: %3.50 zerdeçal katkılı sucuk, Z3: %5.25 zerdeçal katkılı sucuk, KY: Kesit Yüzey

Renk analizleri, kesit yüzeye ait miktarlar Çizelge 4.5, Varyans analiz sonuçları kesit yüzeye ait değerler Çizelge 4.6, Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları da kesit yüzeye ait değerler Çizelge 4.7 ve 4.8’de verilmiştir.

4.2.1 Kesit Yüzeyi L^* (parlaklık) Sonuçları

Sucuk örneklerinin üretim aşamalarına ait kesit yüzey L^* (parlaklık) değeri sonuçları Çizelge 4.5’te toplu olarak verilmiştir. Sucuk örneklerinde en düşük kesit yüzey L^* değeri (36.10) 21. günde Z3 örneğinde, en yüksek kesit yüzey L^* değeri (44.65) 0. günde Z1 örneğinde belirlenmiştir. 21. günün sonunda sırasıyla kesit yüzey L^* değerleri 41.89; 38.77; 38.67 ve 36.10 olarak tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, sucuk örneklerinin kesit yüzey l^* değerleri üzerine olgunlaştırmanın etkileşimi $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Sucuk örneklerine zerdeçalın ve olgunlaştırma*zerdeçalın etkileşimi ise $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. (Çizelge 4.6).

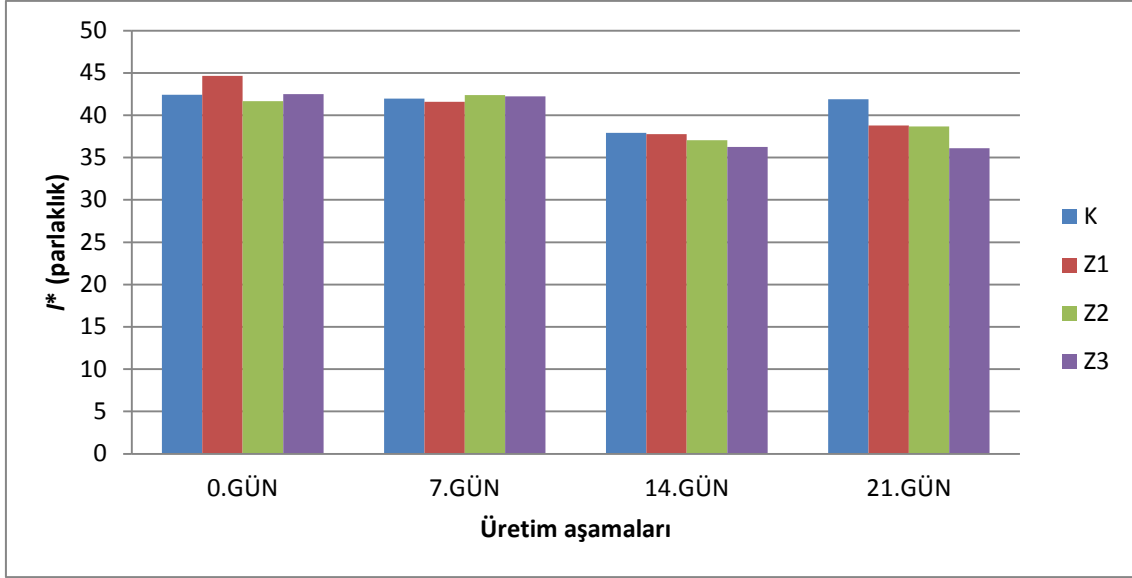
Çizelge 4.6 Sucuk örneklerine ait renk analizinin Varyans naliz sonuçları.

	KY_L*	KY_a*	KY_b*
Gün	30.34**	317.59**	60.43**
Z	2.84*	4.98**	39.39**
Gün*Z	2.06*	3.44**	2.29*

Z: Zerdeçal **KY:** Kesit Yüzey **(*)** $p<0.05$ düzeyinde önemli. **(**)** $p<0.01$ düzeyinde önemli.

Sucuk örneklerinde, farklı oranlarda zerdeçal ilavesine ait ortalama l^* değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.7, olgunlaştırma sürelerine ait ortalamalar ise Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Olgunlaşma süresince nem kaybına uğrayan sucuk örneklerinde kurumaya bağlı olarak renklerinde de koyulaşma meydana gelmiştir. Üretim aşaması süresince l^* değerleri Şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin L^* değerleri.

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, zerdeçal oranının L^* değeri üzerinde Z2 ve Z3 arasında istatistiksel olarak farklı olduğu, kontrol ve Z1 örneklerinin istatistiksel olarak benzer olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.7). Olgunlaştırma periyodunca L^* değeri üzerinde 14. ve 21. günlerde istatistiksel olarak farklı bulunduğu, 0. ve 7. günlerde istatistiksel olarak benzer olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.8).

Başpınar (2016), farklı seviyelerdeki Frenk üzümü ekstraktı ilave ederek yaptığı sucuk örneklerinde kesit yüzey L^* değerlerini depolama sonunda 52.65 ile 54.50 arasında değiştiğini bildirmiştir. Demir (2013), yaptığı çalışmada şalgam suyu ve sodyum nitrit ekleyerek ürettiği sucuk örneklerinde 0. gün L^* değerlerini 43.06 ile 44.89 arasında bulmuştur. Olgunlaşma döneminde düşmeye başlayan L^* değerleri 30. günün sonunda 41.48 ile 42.79 arasında olduğunu bildirmiştir. Yapılan bu çalışmalara göre L^* (parlaklık) değerleri bu çalışmada elde edilen bulgulara göre yüksek bulunmuştur. Değerlerin yüksek çıkmış olması kullanılan et ve yağ miktarlarının farklılığına ve olgunlaştırma sürelerindeki farklılıklara bağlı olabilir.

Ekşi (2011), yağ oranı azaltılarak farklı oranlarda kaşar peyniri ilave ederek sucuğun bazı özelliklerini incelemiştir. Sucukların L^* değeri kontrol grubunda 39.92 iken %3, %6 ve %9 kaşar peyniri ilave edilen sucuklarda sırasıyla 38.74; 37.64 ve 36.37 olarak bulunduğu tespit edilmiştir. Atik (2013), çalışmasında sucuğun hammaddesi olan sığır

eti yerine keçi eti kullanarak kalite açısından sucuğa uygunluğunu araştırmıştır. Bu amaçla 6 günlük olgunlaştırma ve 90 günlük depolamanın sonunda kimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik ve duyu özellikleri incelemiştir. Çalışma sonucunda 0. gün I^* değerlerini 34.20 ile 38.26 olarak bulmuştur. Olgunlaştırma sonrasında bütün örneklerde I^* değerleri artarak 36.71 ile 39.07 aralığında tespit etmiştir.

Bozkurt ve Bayram (2006), sucuklardaki I^* değerini başlangıçta 38.00 olarak bulmuşken olgunlaşma süresinde bu değerler azalmıştır. Papadima ve Bloukas (1999), geleneksel olarak işlenmiş Yunan sosislerine üç farklı oranda (%10, %20 ve %30) yağ ilave ederek üretim yapmışlardır. Farklı yağ seviyelerinin ve depolama koşullarının geleneksel Yunan sosislerinin kalite özelliklerine etkisi incelenmiştir. Fermantasyonun ilk zamanlarından son gününe I^* değerlerinde genel olarak bir azalma olduğunu bildirmişlerdir. Fermantasyonun son gününde I^* değerleri 27-44 arasında değişiklik göstermiştir. Sosislerdeki I^* değerlerinde gözlenen bu düşüşün kuruma sırasındaki nem kaybından kaynaklandığı düşünülmüştür. Yapılan çalışmalarda elde edilen bulgularla bu çalışmada elde edilen veriler birbirleri ile uyumlu bulunmuştur.

Soyer vd. (2005) fermentasyonun ilk gününde I^* değerlerinin 32 ile 42 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Fermentasyonun 10. gününde I^* değerleri 37 ile 44 arasında sonuçlar tespit edilmiştir. Zerdeçalı sucuk örneklerine göre sonuçlar yüksek bulunmuştur.

4.2.2 Kesit Yüzeyi a^* (kırmızılık) Sonuçları

Sucuk örneklerinin üretim aşamalarına ait a^* (kırmızılık) değeri sonuçları Çizelge 4.5'te toplu olarak verilmiştir. Sucuk örneklerinin en düşük a^* (kırmızılık) değeri (12.43) 14. günde Z1 örneğinde, en yüksek a^* (kırmızılık) değeri 28.34 0. günde Z1 örneğinde belirlenmiştir. 21. günün sonunda sırasıyla a^* (kırmızılık) değerleri 19.95; 15.86; 16.43 ve 15.69 olarak tespit edilmiştir.

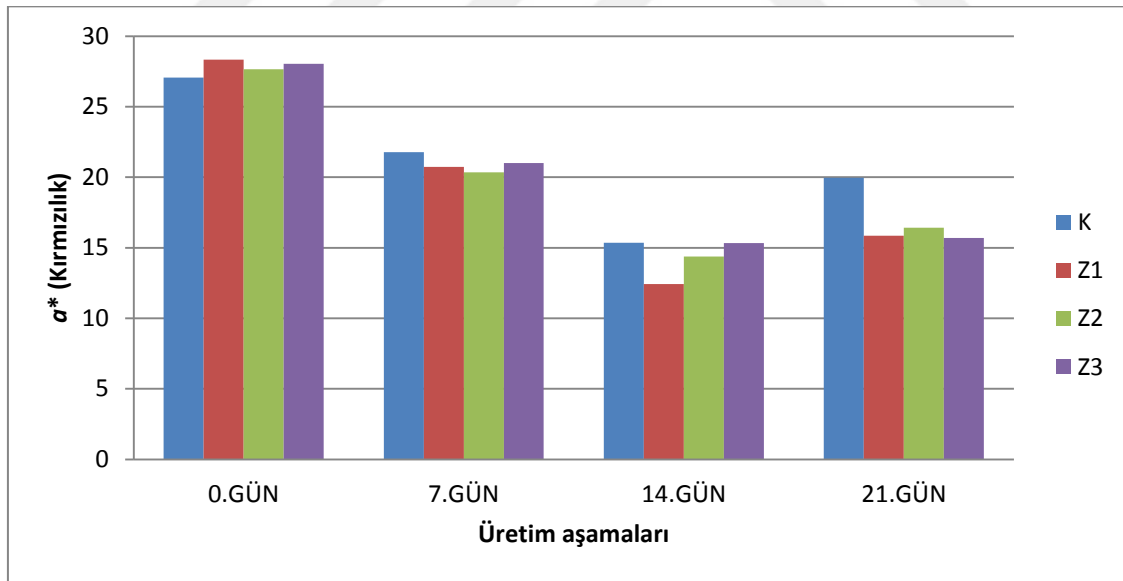
Varyans analiz sonuçlarına göre, sucuk örneklerinin a^* değerleri üzerine olgunlaştırmanın, zerdeçalın ve olgunlaştırma*zerdeçalın etkileşimi $p<0.01$ düzeyinde

istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Sucuk örneklerinde, farklı oranlarda zerdeçal ilavesine ait ortalama a^* değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.7’de, olgunlaştırma sürelerine ait ortalamalar Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Olgunlaştırmanın ilk günlerinde ette mevcut olan azotlu bileşenler myoglobin ile reaksiyona girerek renk pigmentlerini geliştirirler. Reaksiyon sonucu oluşan nitrozomyoglobinin kurumaya bağlı olarak olgunlaşmanın ilk günlerinde a^* değerini artırırken, fermentasyon sonucu oluşan laktik asit nedeni ile denatüre olarak a^* değerinin düşmesine neden olur (Bozkurt ve Bayram 2006, Liaros vd. 2009, Sadullahoğlu 2010).

Sucuk örneklerinin olgunlaşma süresine bağlı azalan a^* değerleri Şekil 4.8’de gösterilmiştir.



Şekil 4.8 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin a^* değerleri.

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, zerdeçal oranının a^* değeri üzerinde kontrol grubunda istatistiksel olarak farklı bulunduğu, Z1, Z2 ve Z3 gruplarında istatistiksel olarak farksız olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.7). Olgunlaştırma periyodunda a^* değeri tüm günlerde istatistiksel olarak farklı saptanmıştır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.7 Sucuk örneklerine ait renk analizinin farklı oranda katkının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Z	n	KY_L*	KY_I*	KY_b*
Kontrol	8	41.03 b	21.03 b	16.55 a
Z1	8	40.68 b	19.34 a	16.41 a
Z2	8	39.89 ab	19.70 a	16.82 a
Z3	8	39.26 a	20.00 a	21.24 b

Z: Zerdeçal, **Z1:** %1.75 zerdeçal katkılı sucuk, **Z2:** %3.50 zerdeçal katkılı sucuk, **Z3:** %5.25 zerdeçal katkılı sucuk **KY:** Kesit Yüzey

n: Çizelgedeki değerler sekiz tekrerrün ortalamasıdır.

Başpınar (2016), farklı seviyelerde Frenk üzümü ekstraktı ilave ederek yaptığı sucuk örneklerinde depolama başlangıcında a^* değerlerinin 14.69 ile 15.16 arasında olduğunu bildirmiştir. Şanes (2006), farklı yağ seviyelerinin ve yağ ikamelerinin ilave edildiği sucuk örneklerinde a^* değeri 16.97 ile 18.86 arasında tespit edilmiştir. Demir (2013), yaptığı çalışmasında 0. gün a^* miktarlarını 20.00-20.91 arasında depolamanın 30. gününde a^* değerlerini 17.18-17.75 arasında bulmuştur. Yapılan çalışmalarda elde edilen verilerle bu çalışmada elde edilen bulgular uyumlu bulunmuştur.

Arshad vd. (2019), zerdeçal ilave edilmeden gama ışınları ile muhafaza edilen tavuk etlerinin 0. gün a^* miktarları 11.19-13.01 arasında, 14. gün a^* miktarları 10.52-15.11 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Hem zerdeçal hem de gama ışını ile depolanan örneklerde 0. gün a^* miktarları 14.12-15.45 arasında, 14. gün a^* miktarları 12.42-16.43 arasında tespit etmişlerdir. Soyer vd. (2005), farklı yağ seviyeleri ve farklı olgunlaştırma sıcaklıklarında üretilen sucukların kırmızılık değerlerini 11.00 ile 19.00 arasında bulmuşlardır. Değerler yapılan zerdeçalı sucuk örneklerine göre düşük bulunmuş olup, muhafaza süresi ve sıcaklık farkından bu durum kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.2.3 Kesit Yüzeyi b^* (sarılık) Sonuçları

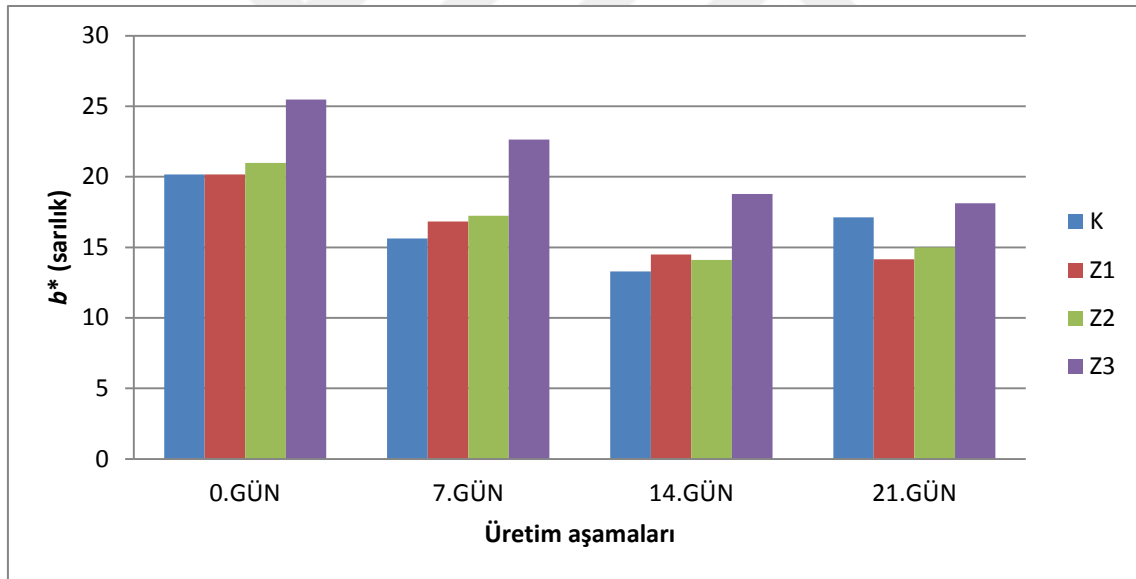
Sucuk örneklerinin üretim aşamalarına ait b^* (sarılık) değerleri Çizelge 4.5'te toplu olarak verilmiştir. Sucuk örneklerinin en düşük b^* (sarılık) değeri (13.29) 14. günde kontrol grubunda, en yüksek b^* (sarılık) değeri (25.47) 0. günde Z3 örneğinde belirlenmiştir. 21. günün sonunda sırasıyla b^* miktarlarını 17.13; 14.15; 14.99 ve 18.12

olarak tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, sucuk örneklerinin b^* değerleri üzerine olgunlaştırmanın ve zerdeçalın etkileşimi $p<0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Olgunlaştırma*zerdeçal etkileşimi ise $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Sucuk örneklerinde, farklı oranlarda zerdeçal ilavesine ait ortalamalar b^* değerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.7’de, olgunlaştırma sürelerine ait ortalamalar ise Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Yapılan bu çalışmada Şekil 4.9’da görüldüğü gibi en yüksek b^* değerlerinin Z3 gruplarında çıkmış olması ilave edilen zerdeçalın sarı renk pigmentleri ile ilişkilidir.



Şekil 4.9 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin b^* değerleri.

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, zerdeçal oranının b^* değeri üzerinde Z3 örneğinin istatistiksel olarak farklı olduğu, kontrol, Z1 ve Z2 örneklerinde istatistiksel olarak farksız olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.7). Olgunlaştırma periyodunca b^* değeri 0. ve 7. günlerde istatistiksel olarak farklı olduğu, 14. ve 21. günlerde ise istatistiksel olarak farksız olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 Sucuk örneklerine ait renk analizinin olgunlaştırma süresinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gün	n	KY_ <i>l</i> *	KY_ <i>a</i> *	KY_ <i>b</i> *
0 Gün	8	42.75 c	27.77 d	21.69 c
7 Gün	8	42.02 c	20.96 c	18.07 b
14 Gün	8	37.24 a	14.37 a	15.16 a
21 Gün	8	38.85 b	16.97 b	16.09 a

KY: Kesit Yüzey

n: Çizelgedeki değerler sekiz tekrerrün ortalamasıdır.

Şanes (2006), sucuk örneklerinin *b** miktarlarını 18.85-21.59 arasında bulunduğunu bildirmiştir. Dalmış (2007), sucuk örneklerinin üretim süresince kontrol grubunun *b** miktarlarının 18.10 ile 22.50 arasında olduğunu, starter kültür ilaveli örneklerde *b** miktarının 18.05 ile 20.33 arasında olduğunu tespit etmiştir. Soyer vd. yaptığı çalışma sonuçlarına göre *b** değerleri 14.00 ile 23.00 arasında olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmalar zerdeçalı sucuk örnekleri ile uyumlu bulunmuştur.

Bozkurt ve Bayram (2006), *b** değerindeki düşmenin esmerleşme reaksiyonları sonucu kahverengi rengin oluşmasıyla açıklamışlardır. Perez-Alvarez vd. (1999), İspanyol tipi kurutulmuş sosislerin fermentasyon ve 24 günlük olgunlaştırma sonucunda renk ve fizikokimyasal parametrelerini değerlendirmişlerdir. *b** değerlerini yaklaşık 7.00 ile 11.00 arasında bulmuşlardır. *b** değerlerinin İspanyol sosislerinde fermentasyon ve olgunlaştırma dönemlerinde azaldığını bildirmişlerdir. Mikroorganizmalar tarafından oksijenin tüketilmesi sonucu oksimiyoglobinin azalması *b** değerinde düşüşü olarak açıklamışlardır.

Atik (2013), sucuk örneklerinin *b** değerlerini 20.43 ile 26.32 arasında olduğunu bildirmiştir. Depolama sonunda *b** değerleri düşerek 16.66 ile 18.09 arasında bulmuştur. Çoksever (2009), farklı turunc albedoları ilave ederek ürettiği sucukların *b** değerlerini olgunlaştırma süresince 26.96'dan 16.49'a düştüğünü saptamıştır. Yapılan çalışmaların sonuçları bu çalışmaya göre benzerdir.

Gimeno vd. (2000), tipik İspanyol kuru fermente sosisin renk parametrelerini incelemişlerdir. *b** değerlerini 10.99 ile 17.70 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bu

değerler yapılan çalışmaya göre düşük bulunmuştur. Çalışmada daha yüksek b^* değerlerinin çıkması ürün bileşiminin farklı olması ve zerdeçal ilavesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.3 Tekstür Profil Analizi Sonuçları

Sucuk örneklerinin sertlik, dış yapışkanlık, elastikiyet, iç yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik özellikleri araştırılmıştır. Tekstür analizine ait sonuçlar Çizelge 4.9, Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10, Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.11; 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.9 Sucuk örneklerine ait tekstür profil analiz sonuçları.

Gün	Z	Sertlik (kg)	Dış Yapışkanlık	Elastikiyet	İç Yapışkanlık	Sakızimsılık (kg)	Çiğnenebilirlik (kg)
0	K	1.05 ± 0.06	-14.47 ± 0.83	0.80 ± 0.00	0.72 ± 0.03	0.76 ± 0.01	0.61 ± 0.01
	Z1	0.65 ± 0.03	-37.68 ± 0.68	0.83 ± 0.00	0.81 ± 0.18	0.52 ± 0.10	0.43 ± 0.07
	Z2	0.88 ± 0.06	-47.19 ± 2.80	0.98 ± 0.00	0.73 ± 0.04	0.64 ± 0.01	0.63 ± 0.01
	Z3	1.48 ± 0.10	-15.28 ± 1.34	0.72 ± 0.00	0.67 ± 0.06	0.99 ± 0.02	0.71 ± .02
7	K	1.59 ± 0.04	-8.87 ± 1.64	0.48 ± 0.02	0.54 ± 0.01	0.85 ± 0.01	0.40 ± 0.01
	Z1	3.95 ± 0.20	-22.96 ± 2.61	0.64 ± 0.00	0.66 ± 0.02	2.60 ± 0.03	1.66 ± 0.01
	Z2	4.14 ± 0.57	-31.41 ± 2.19	0.75 ± 0.00	0.55 ± 0.09	2.25 ± 0.04	1.70 ± 0.04
	Z3	6.04 ± 0.18	-14.74 ± 0.88	0.75 ± 0.00	0.66 ± 0.02	3.97 ± 0.02	2.97 ± 0.02
14	K	7.13 ± 1.56	-15.09 ± 2.43	0.67 ± 0.00	0.45 ± 0.10	3.18 ± 0.02	2.14 ± 0.00
	Z1	10.87 ± 0.96	-49.75 ± 2.95	0.61 ± 0.00	0.50 ± 0.04	5.47 ± 0.01	3.33 ± 0.01
	Z2	17.38 ± 2.79	-55.56 ± 5.02	0.74 ± 0.00	0.55 ± 0.04	9.67 ± 2.19	7.14 ± 1.61
	Z3	7.53 ± 1.00	-11.49 ± 2.60	0.57 ± 0.00	0.51 ± 0.00	3.86 ± 0.52	2.19 ± 0.30
21	K	3.14 ± 0.64	-17.48 ± 1.80	0.70 ± 0.01	0.53 ± 0.04	1.66 ± 0.20	1.16 ± 0.16
	Z1	6.45 ± 1.04	-14.47 ± 1.73	0.90 ± 0.00	0.68 ± 0.08	4.36 ± 0.21	3.97 ± 0.13
	Z2	14.22 ± 1.51	-12.20 ± 0.37	0.71 ± 0.00	0.66 ± 0.06	9.39 ± 0.11	6.68 ± 0.11
	Z3	14.52 ± 2.40	-40.48 ± 2.60	0.72 ± 0.00	0.56 ± 0.01	8.19 ± 1.10	5.88 ± 0.83

Z: Zerdeçal, Z1: %1.75 zerdeçal katkılı sucuk, Z2: %3.50 zerdeçal katkılı sucuk, Z3: %5.25 zerdeçal katkılı sucuk

4.3.1 Sertlik (Hardness) Analiz Sonuçları

Sucuk örneklerinin üretim aşamalarına ait sertlik (hardness) değeri sonuçları Çizelge 4.9’da toplu olarak verilmiştir. Sucuk örneklerinin en düşük sertlik (hardness) değeri

(0.65) 0. gün Z1 değerinde, en yüksek sertlik (hardness) değeri (14.52) 21. gün Z3 örneğinde tespit edilmiştir. 21. günün sonunda sırasıyla sertlik değerleri 3.14; 6.45; 14.22 ve 14.52 olarak bulunmuştur.

Varyans analiz sonuçlarına göre, sucuk örneklerinin sertlik değeri üzerine olgunlaştırmanın, zerdeçalın ve olgunlaştırma*zerdeçalın etkileşimi $p<0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.10).

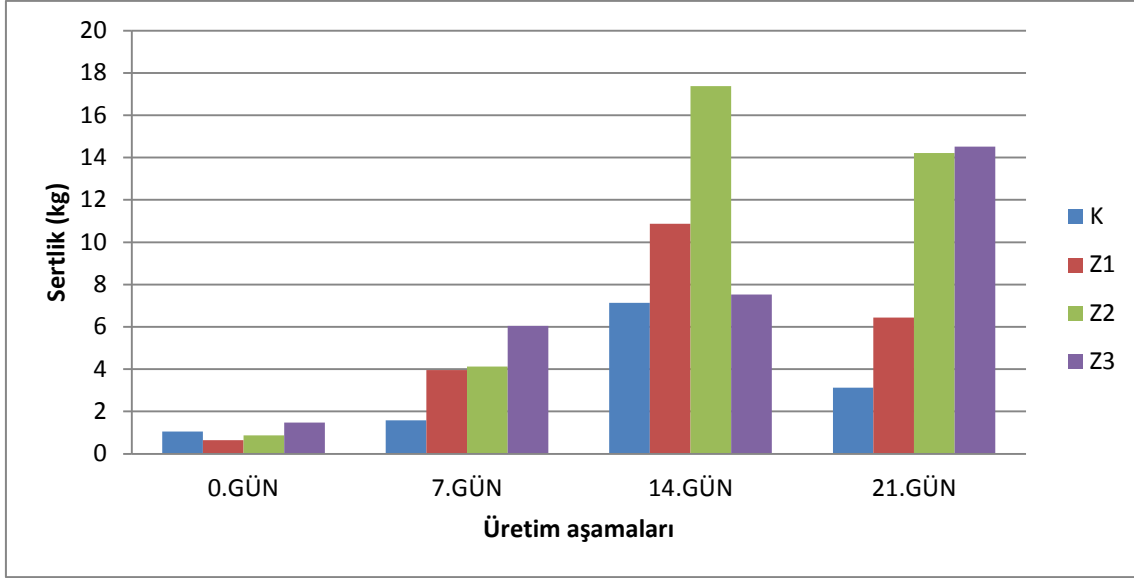
Çizelge 4.10 Sucuk örneklerine ait tekstür profil analizi parametrelerinin Varyans analiz sonuçları.

	Sertlik	Dış Yapışkanlık	Elastiki-Yet	İç Yapışkanlık	Sakızım-Sılık	Çiğnenebi-Lirlik
Gün	123.71**	60.20**	1596.71**	15.43**	125.03**	116.60**
Z	37.64**	156.31**	722.93**	3.13	53.86**	56.48**
Gün*Z	15.67**	80.04**	502.62**	1.13	20.06**	20.55**

Z: Zerdeçal (*) $p<0.05$ düzeyinde önemli. (**) $p<0.01$ düzeyinde önemli.

Sucuk örneklerinde, farklı oranlarda zerdeçal ilavesine ait sertlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.11’de, olgunlaştırma sürelerine ait ortalamalar ise Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Şekil 4.10’da görüldüğü gibi sucuk örneklerine ait sertlik değerleri olgunlaştırma süresince nem değerlerinde meydana gelen azalma ile birlikte artmış, ürün tekstürü gelişerek kesilebilir hale gelmiştir.



Şekil 4.10 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin sertlik değerleri (kg).

Sertlik, gıdaya uygulanan herhangi bir etkiye karşı koyma gücüdür. Kontrol gruplarına göre zerdeçalı grupların sertlik değerinin yüksek çıkması, katılan zerdeçalın sucukların sertlik değerini artırdığı tespit edilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, zerdeçal seviyelerinin sertlik değeri üzerinde tüm gruplarda istatistiksel olarak farklı olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.11). Olgunlaştırma periyodunca sertlik değeri 0. ve 7. günlerde istatistiksel olarak farklı olduğu, 14. ve 21. günlerde istatistiksel olarak bir farkın olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Uz (2008), %3, %6 ve %9 seviyelerinde buğday kepeği kullanarak ürettiği sucuk örneklerinin sertlik değerlerini 12.21 ile 15.31 arasında değiştiği tespit etmiştir. Ekşi (2011), %3, %6 ve %9 kaşar peyniri ilave edilerek üretilen sucuk örneklerinde sertlik değeri sonuçlarını 8.41-12.65 arasında olduğunu bildirmiştir. Kaşar miktarı artıka azalan sertlik değerinin nem miktarına bağlı daha yumuşak bir yapı göstermesinden kaynaklandığını düşünmektedir. Bu değerler çalışmamız ile uyumludur.

Atık (2013), farklı oranlarda keçi eti ile ürettiği sucuk örneklerinde sertlik değerlerini depolama öncesi 25.47-28.61 arasında değiştiğini bildirmiştir. Depolama sonunda sucuk örneklerinin sertlik değerleri 22.23 ile 28.38 arasında olduğunu tespit etmiştir. Bu

değerlerin zerdeçalı sucuk örneklerine göre yüksek çıkması kullanılan hammadde materyali farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bozkurt ve Bayram (2006), sertlik değerinin olgunlaşma başında 0.35 iken sonunda 8.85 olduğunu bildirmişlerdir. İlk günden son zamana kadar sertlik değeri artış göstermiştir. Demir (2013), farklı oranlarda şalgam suyu ilave ederek yapmış olduğu sucuklarda sertlik değeri başlangıçtan depolamanın son gününe kadar arttığını bildirmiştir. 30. gün sonunda sertlik değerleri 5.20 ile 7.45 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

4.3.2 Dış yapışkanlık (Adhesiveness) Analiz Sonuçları

Sucuk örneklerinin üretim aşamalarına ait dış yapışkanlık (adhesiveness) değeri Çizelge 4.9'da toplu olarak verilmiştir. Sucuk örneklerinin en düşük dış yapışkanlık değeri (-55.56) 14. günde Z2 örneğinde, en yüksek dış yapışkanlık değeri (-8.87) 7. günde kontrol örneklerinde görülmüştür. 21. günün sonunda sırasıyla dış yapışkanlık değerleri -17.48; -14.47; -12.20 ve -40.48 olarak tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, sucuk örneklerinin dış yapışkanlık değeri üzerine olgunlaştırmanın, zerdeçalın ve olgunlaştırma*zerdeçalın etkileşimi $p < 0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Sucuk örneklerinde, farklı oranlarda zerdeçal ilavesine ait dış yapışkanlık değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.11'de, olgunlaştırma sürelerine ait ortalamalar ise Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre zerdeçal oranının dış yapışkanlık değeri üzerine tüm örneklerde istatistiksel olarak farklı olduğu bulunmuştur. Olgunlaştırma periyodunca dış yapışkanlık değeri 0. ve 14. günlerde istatistiksel olarak farklı olduğu (Çizelge 4.11), 7. ve 21. günlerde ise istatistiksel olarak fark görülmediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.11 Sucuk örneklerine ait tekstür analizin farklı oranda katkının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Z	n	Sertlik	Dış Yapışkanlık	Elastikiyet	İç Yapışkanlık	Sakızımsılık	Çiğnenebilirlik
K	2	3.22 a	-13.97 d	0.66 a	0.55 a	1.61 a	1.07 a
Z1	2	5.47 b	-31.21 b	0.74 c	0.65 b	3.23 b	2.34 b
Z2	2	9.15 d	-36.58 a	0.79 d	0.62 ab	5.48 d	4.03 d
Z3	2	7.39 c	-20.49 c	0.68 b	0.59 ab	4.24 c	2.93 c

Z: Zerdeçal, Z1: %1.75 zerdeçal katkılı sucuk, Z2: %3.50 zerdeçal katkılı sucuk, Z3: %5.25 zerdeçal katkılı sucuk

n: Çizelgedeki değerler iki tekerrürün ortalamasıdır.

Demir (2013), 0. gün dış yapışkanlık değerini -33.83 ile -50.95 arasında değiştiğini bildirmiştir. Depolamanın son günü bu değerler -70.42 ile -88.38 arasında değişmiştir. Depolama sırasında değerler arasında azalış ve artışlar olduğunu belirtmiştir.

Bozkurt ve Bayram (2006), yaptıkları çalışmada depolama süresince dış yapışkanlık değerinin -9.30'dan yaklaşık 10 kat azalarak -92.6'ya düştüğünü bildirmişlerdir. Bu düşüş ile birlikte sucuğun kolay dilimlenebilir hale geldiğini ve dilimleme sırasında bıçağa yapışma olmadığını tespit etmişlerdir.

Öven (2017), farklı yağ oranları ilave ederek yaptığı sucuk örneklerinde dış yapışkanlık değerlerini -53 ile -75.5 arasında bulunduğunu ifade etmiştir. Yapılan bu çalışmaya göre zerdeçal ilave edilen örneklerdeki değerler birbirine uyumlu bulunmuştur.

4.3.3 Elastikiyet (Springiness) Analiz Sonuçları

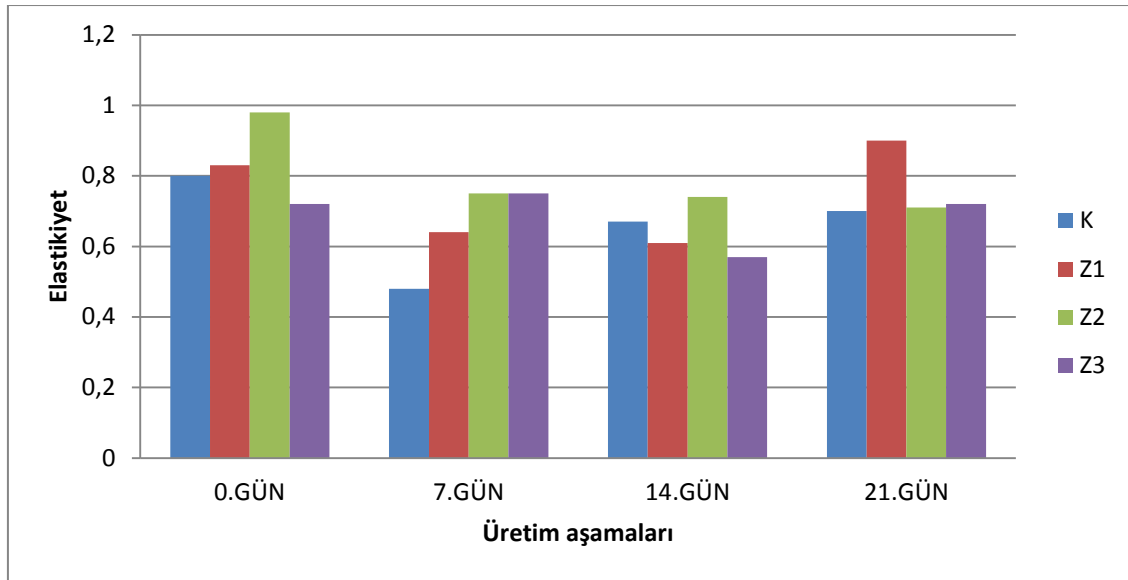
Sucuk örneklerinin üretim aşamaları ait elastikiyet (springiness) değerleri Çizelge 4.9'da toplu olarak verilmiştir. Sucuk örneklerinin en düşük elastikiyet (springiness) değeri (0.48) 7. gün kontrol grubunda, en yüksek elastikiyet (springiness) değeri (0.98) 0. gün Z2 grubunda belirlenmiştir. 21. günün sonunda sırasıyla elastikiyet değerleri 0.70; 0.90; 0.71 ve 0.72 olarak tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, sucuk örneklerinin elastikiyet değeri üzerine olgunlaştırmanın, zerdeçalın ve olgunlaştırma*zerdeçalın etkileşimi $p<0.01$ düzeyinde

istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Sucuk örneklerinde, farklı oranlarda zerdeçal ilavesine ait elastikiyet değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.11’de, olgunlaştırma sürelerine ait ortalamalar Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Elastikiyet, gıdanın herhangi bir etkiden sonra oluşan şekil bozukluğunun etki kaldırıldığında kaybolmasıdır (Atik 2013). Zerdeçalı sucuk örneklerinin elastikiyet değerleri olgunlaştırma süresince artıp azaldığı Şekil 4.11’de görülmektedir.



Şekil 4.11 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin elastikiyet değerleri.

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, zerdeçal oranının elastikiyet değeri üzerinde tüm gruplarda istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık olduğu görülmüştür (Çizelge 4.11). Olgunlaştırma süresinin elastikiyet değeri üzerinde 0. ve 21. günlerde istatistiksel olarak farklı olduğu, 7. ve 14. günlerde istatistiksel olarak farklılık görülmediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12 Sucuk örneklerine ait tekstür analizin olgunlaştırma süresinde Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gün	n	Sertlik	Dış Yapışkanlık	Elastikiyet	İç Yapışkanlık	Sakızimsılık	Çiğnenebilirlik
0 Gün	2	1.01 a	-28.65 b	0.83 c	0.72 c	0.72 a	0.59 a
7 Gün	2	3.92 b	-19.49 c	0.65 a	0.59 b	2.41 b	1.67 b
14 Gün	2	9.57 c	-32.97 a	0.64 a	0.50 a	5.54 c	3.69 c
21 Gün	2	10.72 c	-21.15 c	0.75 b	0.60 b	5.89 c	4.42 d

n: Çizelgedeki değerler iki tekerrürün ortalamasıdır.

Liaros vd. (2009), vakum altında ve ambalaj film geçirgenliğinde olgunlaştırılan fermente sosislerde tekstür değerlerini incelemişlerdir. Vakum altında olgunlaştırılan fermente sosislerde elastikiyet değeri 0.92 ile 1.01 arasında, ambalaj film geçirgenliğinde olgunlaşan örneklerde ise elastikiyet değerini 0.92 ile 1.00 arasında olduğunu saptamışlardır.

Bozkurt ve Bayram (2006), sucukların olgunlaşma başında 0.82 olan elastikiyet değerinin 0.65'e düştüğünü bildirmişlerdir. Azalan elastikiyet değeri, muhtemel suyun uzaklaştırılmasından dolayı olgunlaşma döneminde sucuk elastikiyetinin azaldığını ifade etmişlerdir.

Şanes (2006), yağ ikamesi ilave edilen sucukların tekstür özelliklerinden elastikiyet değerleri 0.51 ile 0.77 arasında bulunmuştur. Atik (2013), sucuk örneklerinin depolama öncesi elastikiyet değerlerinin 0.56 ile 0.75 arasında olduğunu tespit etmiştir. Depolama sonunda elastikiyet değerlerinin 0.51 ile 0.67 arasında olduğunu bildirmiştir.

Tosati vd. (2017), Frunkfurter sosislerinin elastikiyet değerlerinin kontrol grubunda 0.91 ile 0.92 arasında olduğunu, zerdeçalı sosislerde ise 0.90 ile 0.92 arasında değiştiğinin tespit etmişlerdir. Depolamanın son gününde kontrol grubunun elastikiyet değerleri 0.89-0.90 arasında, zerdeçalı sosislerin 0.90-0.94 arasında bulduklarını bildirmişlerdir.

Casquete vd. (2011), başlangıç kültürü ilave ederek ürettikleri kuru fermente sosisin kimyasal ve duyuşsal özelliklerini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada elastikiyet değerlerini 0.70 ile 0.79 arasında tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmadaki değerler verilen sonuçlar ile uyumludur.

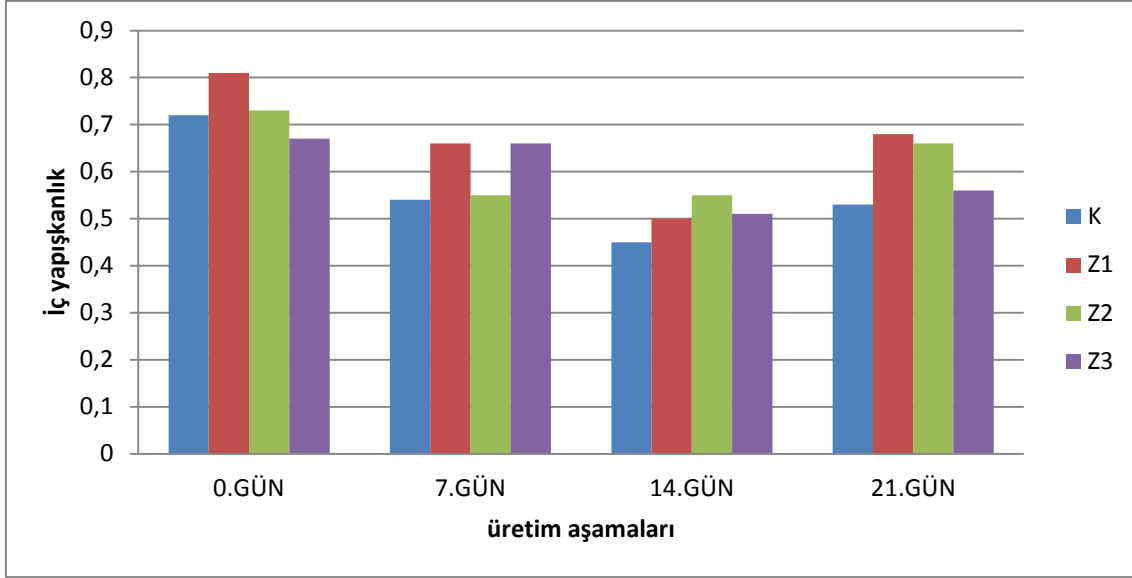
4.3.4 İç yapışkanlık (Cohesiveness) Analiz Sonuçları

Sucuk örneklerinin üretim aşamalarına ait iç yapışkanlık (cohesiveness) değerleri Çizelge 4.19’da toplu olarak verilmiştir. Sucuk örneklerinin en düşük iç yapışkanlık (cohesiveness) değeri (0.45) 14. gün kontrol grubunda, en yüksek iç yapışkanlık (cohesiveness) değeri (0.81) 0. gün Z1 grubunda belirlenmiştir. 21. günün sonunda sırasıyla iç yapışkanlık değerleri 0.53; 0.68; 0.66 ve 0.56 olarak tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, sucuk örneklerinin iç yapışkanlık değeri üzerinde olgunlaştırmanın etkileşimi $p<0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Zerdeçal ve olgunlaştırma*zerdeçalın iç yapışkanlık değerinde istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.10).

Sucuk örneklerinde, farklı oranlarda zerdeçal ilavesine ait iç yapışkanlık değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.11’de, olgunlaştırma sürelerine ait ortalamalar Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Şekil 4.12’da görüldüğü gibi zerdeçal, üretim aşamaları boyunca sucukların iç yapışkanlık değerlerini azaltmıştır.



Şekil 4.12 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin iç yapışkanlık değerleri.

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, zerdeçal oranının iç yapışkanlık üzerinde kontrol ve Z1 grupları arasında istatistiksel olarak farklı olduğu, Z2 ve Z3 örneklerinde istatistiksel olarak farkın olmadığı gözlenmiştir (Çizelge 4.11). Olgunlaştırma sürecinin iç yapışkanlık üzerinde 0. ve 14. günlerde istatistiksel olarak farklı bulunduğu, 7. ve 21. günlerde ise istatistiksel olarak farkın olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Demir (2013), depolama sonunda iç yapışkanlık değerleri neredeyse birbiriyle aynı olup, fazla bir değişim gözlenmemiştir. İlk gün iç yapışkanlık değerleri 0.54 ile 0.69 arasında değiştiğini bildirmiştir. Depolamanın son günü ise 0.64 ile 0.68 arasında olduğu tespit edilmiştir.

Şanes (2006), orta yağlı sucuklara buğday lifi eklenmesi iç yapışkanlık değerlerini azaltırken, düşük yağlı sucuklarda artırdığını tespit etmiştir. Çalışmada iç yapışkanlık değerlerini 0.50 ile 0.60 arasında bulduğunu bildirmiştir.

Liaros vd. (2009), vakum ambalaj altında olgunlaştırılan fermente sosislerin iç yapışkanlık değerlerini 0.68 ile 0.85 arasında bulduklarını bildirmişlerdir. Film ambalaj ile yapılan örneklerde ise iç yapışkanlık değerlerini 0.66 ile 0.84 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Yapılan bu çalışmalar zerdeçalı sucuk örneklerinin iç yapışkanlık

değerleri ile uyumludur.

Yun vd. (2013), yaptıkları çalışmada zerdeçal tozu ile hazırlanan tavuk sosislerinin 20 günlük depolamadaki kalite özelliklerini değerlendirmektedir. Kontrol grubu örneklerinde iç yapışkanlık değerleri 0.86 ile 0.91 arasında tespit edilmiştir. Zerdeçalı tavuk sosislerinde iç yapışkanlık değerleri 0.88'den 0.86'ya düştüğü bildirilmiştir. Yapılan bu çalışmaya göre iç yapışkanlık değerleri zerdeçalı sucuk örnekleri ile uyumlu bulunmuştur.

Bozkurt ve Bayram (2006), olgunlaşma sırasındaki sucukların renk ve dokusal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında iç yapışkanlık değerlerinin de 0.60 ile 0.70 arasında bulduklarını bildirmişlerdir. Tosati vd. (2017), Frankfurter sosislerin iç yapışkanlık değerini 0. gün kontrol gruplarında 0.83 olduğunu, zerdeçalı örneklerin ise 0.82 olduğunu bildirmişlerdir. Depolamanın sonunda kontrol örneklerinin iç yapışkanlık değeri 0.81, zerdeçalı örneklerin ise 0.82 olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmalarda elde edilen bulgularla bu çalışmada elde edilen bulgular birbiri ile uyumludur.

4.3.5 Sakızımsılık (Gumminess) Analiz Sonuçları

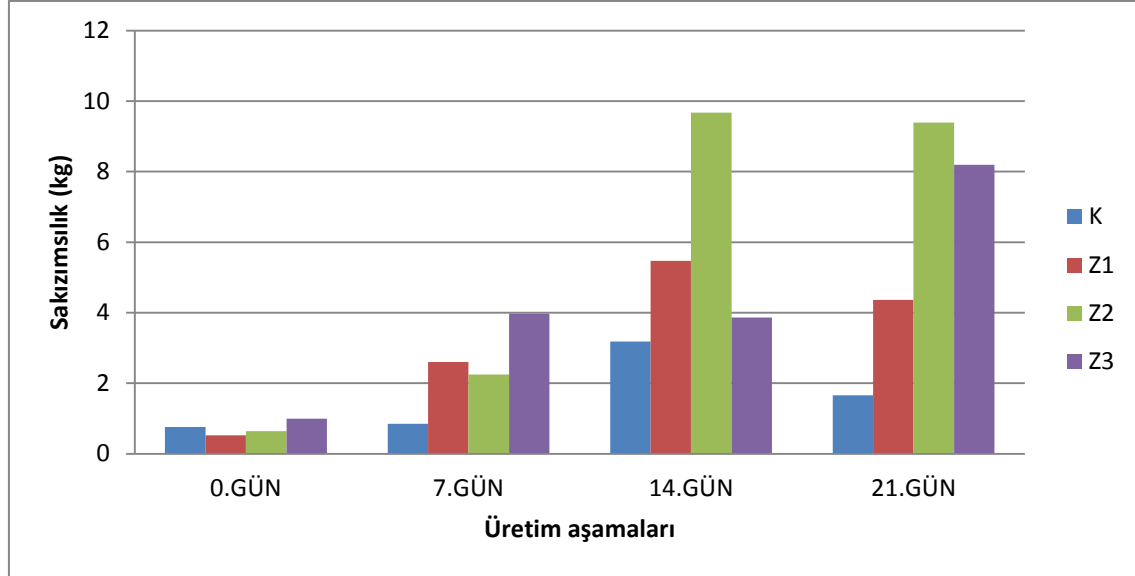
Sucuk örneklerinin üretim aşamalarına ait sakızımsılık (gumminess) değerleri Çizelge 4.9'da toplu olarak verilmiştir. Sucuk örneklerinin en düşük sakızımsılık (gumminess) değeri (0.52) 0. gün Z1 grubunda, en yüksek sakızımsılık (gumminess) değeri (9.67) 14. gün Z2 grubunda belirlenmiştir. 21. günün sonunda sırasıyla sakızımsılık değerleri 1.66; 4.36; 9.39 ve 8.19 kg olarak tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, sucuk örneklerinin sakızımsılık değeri üzerine olgunlaştırmanın, zerdeçalın ve olgunlaştırma*zerdeçalın etkileşimi $p<0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Sucuk örneklerinde, farklı oranlarda zerdeçal ilavesine ait sakızımsılık değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.11'de,

olgunlaştırma sürelerine ait ortalamalar ise Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Şekil 4.13’te görüldüğü gibi olgunlaştırma süresince özellikle 7. günden sonra sakızimsılık değerleri artış göstermiştir.



Şekil 4.13 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin sakızimsılık değeri (kg).

Sakızimsılık değeri, gıdayı yutmaya hazır hale getirmek için parçalamaya yönelik kuvvete denir. Sertlik ile iç yapışkanlık çarpımı sakızimsılık değerini verir.

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, zerdeçal oranının sakızimsılık değeri üzerinde tüm örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.11). Olgunlaştırma süresince 0. ve 7. günler arasında istatistiksel olarak farklı olduğu 14. ve 21. günlerin ise istatistiksel olarak farklı olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Yun vd. (2013), kontrol grubu tavuk sosislerinin sakızimsılık değerleri 2.57-4.46 kg arasında, zerdeçalı tavuk sosislerinin sakızimsılık değerleri ise 3.57 ile 4.99 kg arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Bozkurt ve Bayram (2006), sakızimsılık değerini 0.92 kg olarak bulduklarını, olgunlaşmada sakızimsılık değerlerinin arttığını bildirmişlerdir.

Gimeno vd. (2000), sakızımsılık değerlerini 2.46 ile 3.59 kg arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Demir (2013), sakızımsılığın sertlikle ilgili olduğunu, sertlik değerleri arttıkça sakızımsılık değerlerinin de arttığını bildirmiştir. İlk gün sakızımsılık değerlerini 0.89-2.03 kg arasında olduğunu, depolamanın son gününde ise 4.87'ye kadar yükseldiğini tespit etmiştir.

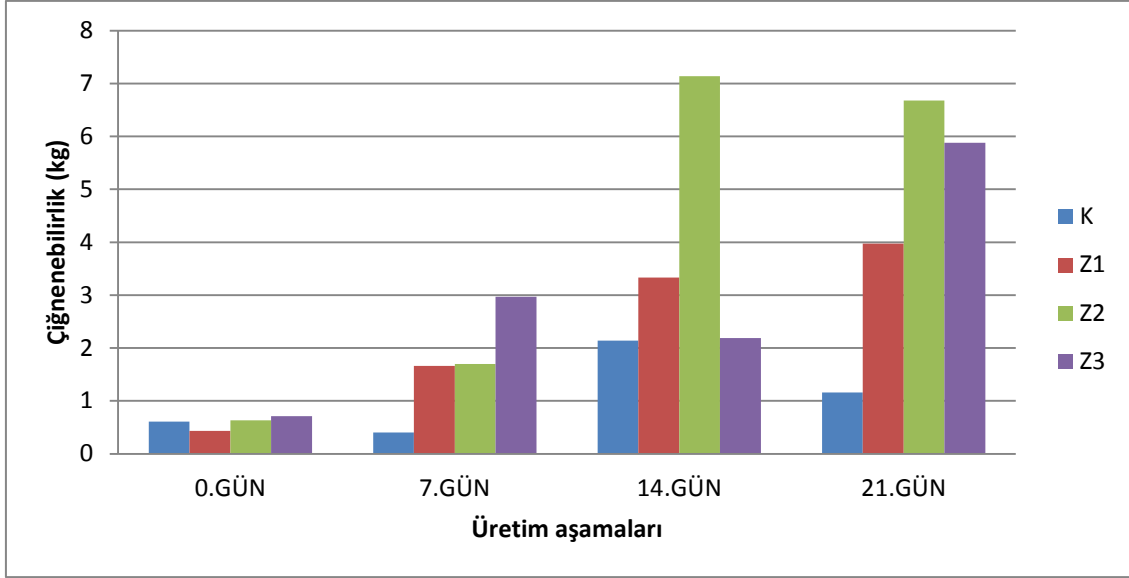
4.3.6 Çiğnenebilirlik (Chewiness) Analiz Sonuçları

Sucuk örneklerinin üretim aşamalarına ait çiğnenebilirlik (chewiness) değerleri Çizelge 4.9'da toplu olarak verilmiştir. Sucuk örneklerinin en düşük çiğnenebilirlik (chewiness) değeri (0.43) 0. gün Z1 grubunda, en yüksek çiğnenebilirlik (chewiness) değeri (7.14) 14. gün grubunda Z2 grubunda belirlenmiştir. 21. günün sonunda sırasıyla çiğnenebilirlik değerleri 1.16; 3.97; 6.68 ve 5.88 olarak tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, sucuk örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri üzerine olgunlaştırmanın, zerdeçalın ve olgunlaştırma*zerdeçalın etkileşimi $p<0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Sucuk örneklerinde farklı oranlarda zerdeçal ilavesine ait çiğnenebilirlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.11'de, olgunlaştırma sürelerine ait ortalamalar Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Sucuk örneklerine ait çiğnenebilirlik değerleri Şekil 4.14'de verilmiştir. Olgunlaşma günlerinden 14. günde çiğnenebilirlik değerlerinde belirgin bir artış görülmüştür.



Şekil 4.14 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri (kg).

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, zerdeçal oranının çiğnenebilirlik değeri üzerinde tüm örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.11). Olgunlaştırma periyodunca çiğnenebilirlik değeri üzerinde de tüm örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.12).

Çiğnenebilirlik, gıdanın yutmaya hazır duruma gelmesine kadar harcanan enerji, çiğneme sayısı ve süresi ile ilgili bir özelliktir. Çiğnenebilirlik değerini olgunlaşma şartları, fermentasyon ve kuruma derecesi etkiler. Fermentasyon aşamasında artan asitliğe bağlı olarak protein denatürasyonunun olmasıyla kuruma aşamasında serbest suyun uzaklaşması nedeniyle ürün daha sert bir yapı kazanarak çiğnenmeye karşı direnci artar. Buna bağlı olarak olgunlaşma aşamasında çiğnenebilirlik değerinde artış olması beklenir (Atik 2013).

Çiğnenebilirlik, sakızımsılık (kg) ve elastikiyet değerlerinin çarpımı ile elde edilir. Sertlik özelliğinden etkilenen çiğnenebilirlik, sertlik değerinin artmasıyla çiğnenebilirlik değerinin de arttığı görülmektedir.

Şanes (2006), yağın azaltılması ve yağ ikamelerinin eklenmesi ile ürettiği sucuk örneklerinde çiğnenebilirlik değerini 5.77 ile 12.10 arasında değiştiğini bildirmiştir. İnülinin düşük yağlı sucuk gruplarına eklenmesi çiğnenebilirliği artırmışken, orta yağlı

sucuklara ilavesinin çiğnenebilirliği azalttığını tespit etmiştir.

Atik (2013), keçi etleri kullanılarak üretilen sucuk örneklerinde yapılan çalışmada olgunlaşma sırasında çiğnenebilirlik değerlerinin 7.28-8.81 arasında değiştiği saptanmıştır. Depolamanın son gününde çiğnenebilirlik değerleri 6.96 ile 8.24 arasında değişmiştir.

Liaros vd. (2009), vakum altında ve ambalaj film geçirgenliğinde olgunlaştırılan fermente sosislerde çiğnenebilirlik değerlerini 0.73 ile 2.32 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Tosati vd. (2017), Frankfurter sosisleri ile yaptıkları çalışmada çiğnenebilirlik değerlerini kontrol gruplarında 10.19-11.25 arasında, zerdeçalı gruplarda ise 10.50 ile 11.90 arasında bulduklarını bildirmişlerdir. Depolama sonunda kontrol gruplarında çiğnenebilirlik değerleri 10.87-11.90 arasında değişirken, zerdeçalı örneklerde 11.68 ile 12.18 arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Demir (2013), yaptığı çalışmasında çiğnenebilirlik değerlerini ilk gün 0.28 ile 0.69 arasında olduğunu, depolama sonunda ise 1.21 ile 1.70 arasına yükseldiğini bildirmiştir. Yapılan çalışmalarla elde edilen veriler bu çalışmada elde edilen bulgular ile uyumludur.

4.4 Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Sucuk örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.13'te, Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14'de, Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.15 ile 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.13 Sucuk örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları.

Gün	Örnek	TMAB (log kob/g)	LAB (log kob/g)	MAYA-KÜF (log kob/g)
0	Kontrol	5.24 ± 0.03	5.32 ± 0.04	5.33 ± 0.03
	Z1	5.75 ± 0.16	5.59 ± 0.10	6.06 ± 0.01
	Z2	5.82 ± 0.06	5.62 ± 0.08	5.47 ± 0.02
	Z3	5.13 ± 0.18	5.03 ± 0.01	3.86 ± 0.01
7	Kontrol	4.03 ± 0.18	5.54 ± 0.01	3.00 ± 0.06
	Z1	4.16 ± 0.14	5.58 ± 0.01	3.95 ± 0.04
	Z2	3.71 ± 0.11	5.53 ± 0.04	2.30 ± 0.00
	Z3	4.08 ± 0.09	5.58 ± 0.08	2.69 ± 0.12
14	Kontrol	4.25 ± 0.00	5.01 ± 0.01	3.46 ± 0.04
	Z1	3.92 ± 0.03	5.24 ± 0.09	5.41 ± 0.04
	Z2	4.16 ± 0.04	4.88 ± 0.08	5.45 ± 0.03
	Z3	4.36 ± 0.05	4.96 ± 0.07	5.25 ± 0.01
21	Kontrol	3.90 ± 0.01	4.89 ± 0.06	2.76 ± 0.01
	Z1	3.96 ± 0.03	5.19 ± 0.01	3.04 ± 0.04
	Z2	3.78 ± 0.26	4.88 ± 0.03	3.28 ± 0.19
	Z3	4.38 ± 0.04	4.58 ± 0.01	3.65 ± 0.06

Z1: %1.75 zerdeçal katkılı sucuk, **Z2:** %3.50 zerdeçal katkılı sucuk, **Z3:** %5.25 zerdeçal katkılı sucuk
TMAB: Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri, **LAB:** Laktik Asit Bakteri

4.4.1 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) Sayım Sonuçları

Sucuk örneklerinin üretim aşamalarına ait TMAB sayım sonuçları Çizelge 4.13'te toplu olarak verilmiştir. Sucuk örneklerinin en düşük TMAB sayısı (3.71 log kob/g) 7. günde Z2 örneğinde, en yüksek TMAB sayısı (5.82 log kob/g) 0. günde Z2 örneğinde belirlenmiştir. 21. günün sonunda sırasıyla TMAB değerleri 3.90 log kob/g; 3.96 log kob/g; 3.78 log kob/g ve 4.38 log kob/g olarak tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, sucuk örneklerinin TMAB sayıları üzerine olgunlaştırmanın ve olgunlaştırma* zerdeçalın etkileşimi $p<0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14 Sucuk örneklerine ait mikrobiyolojik analizlerin Varyans analiz sonuçları.

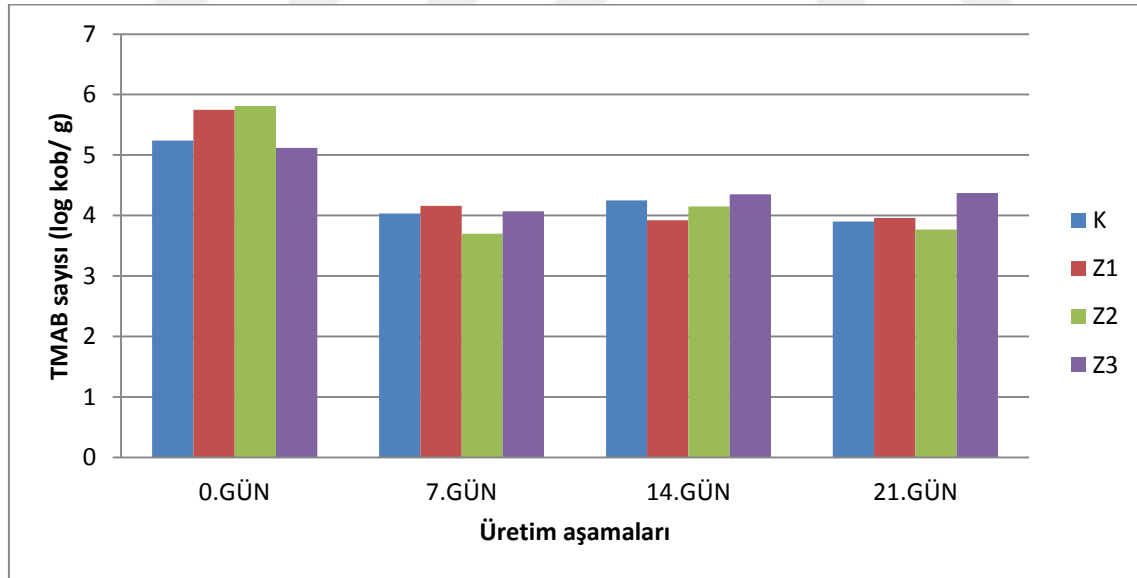
	TMAB	LAB	MAYA-KÜF
Gün	316.06**	241.77**	2444.44**
Z	2.43	54.67**	332.89**
Gün*Z	12.69**	15.58**	270.79**

Z: Zerdeçal (*) $p < 0.05$ düzeyinde önemli. (**) $p < 0.01$ düzeyinde önemli.

TMAB: Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri, **LAB:** Laktik Asit Bakteri

Sucuk örneklerinde, farklı oranlarda zerdeçal ilavesine ait TMAB sayılarının ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.15’de, olgunlaştırma sürelerine ait ortalamalar Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Sucuk örneklerinde olgunlaştırma süresince TMAB sayılarında azalma gözlenmiştir. Örneklerdeki bakteri sayısının düşük çıkması zerdeçal bitkisinin antimikrobiyal aktivitesinin olmasından kaynaklanmış olabilir. Şekil 4.15’de sucuk örneklerinin TMAB sayılarındaki düşüş gösterilmiştir.



Şekil 4.15 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin TMAB değerleri (log kob/g).

LAB faaliyetleri sonucu artan asitlik, azalan a_w ve pH değerleri gibi olgunlaşma sürecindeki değişimlere bağlı olarak TMAB değerleri de azalmaktadır (Nazlı 1998, Atik 2013).

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, zerdeçal oranının TMAB üzerinde tüm gruplarda istatistiksel olarak farksız bulunmuştur (Çizelge 4.15). Olgunlaştırma periyodunca TMAB değerleri 0. ve 14. günlerde istatistiksel olarak farklı olduğu, 7. ve 21. günlerde istatistiksel olarak farksız olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.16).

Bozkurt ve Erkmen (2007), bazı ticari katkı maddelerinin 15 günlük olgunlaşma ve 36 günlük depolama zamanlarında sucuğun kalite özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. TMAB sayısı olgunlaşma döneminin ilk 10 günü sonucunda 5.19 log kob/g'dan 6.09 log kob/g'a yükseldiği saptanmıştır. Depolamanın sonunda TMAB sayısı 3.69 log kob/g'a düştüğü gözlenmiştir. Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlarla bu çalışmada elde edilen sonuçlar uyumlu bulunmuştur.

Arshad vd. (2019), yaptıkları çalışmada gama ışınları ve zerdeçal tozu'nun tavuk etlerinde mikrobiyal ve fizikokimyasal kalite, stabilite ve antioksidan üzerindeki etkisini araştırmışlardır. 0 kGy, 1 kGy, 2 kGy, 0 kGy+ %3 zerdeçal tozu, 1 kGy+ %3 zerdeçal tozu ve 2 kGy+ %3 zerdeçal tozundan oluşan altı farklı grup ile çalışmışlardır. Tavuk etlerinin 14 gün boyunca aerobik ve vakum ambalaj kullanılarak 4°C'de depolanmasını incelemişlerdir. Yapılan çalışma sonunda zerdeçal tozu ve gama ışını kullanılmadan depolama yapılan tüm örneklerde TMAB sayı değerleri 7.28 ile 10.44 log kob/g arasında bulunmuştur. 1 kGy+ zerdeçal tozu ve 2 kGy+ zerdeçal tozu ile depolanan tavuk etlerinin TMAB değerleri gama ışını kullanılarak depolanan tavuk etleri değerlerinden daha düşük bulunmuştur. 1 kGy+ zerdeçal tozu kullanılarak depolanan tavuk etlerinde TMAB sayı değerleri 3.47 ile 6.36 log kob/g arasında bulunmuştur. Sonuç olarak TMAB sayı değerleri 2 kGy+ zerdeçal tozu ilave edilerek depolanan örneklerin hiçbirinde gözlenmemiştir. Yapılan bu çalışmadaki TMAB değerleri zerdeçal ilave edilerek yapılan sucuk örnekleri ile benzer bulunmuştur.

Yun vd. (2013), yaptıkları çalışmada zerdeçal tozu ile hazırlanan tavuk sosislerinin 20 gün boyunca depolanmasının kalite özellikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. 0. gün kontrol grubunda TMAB sayısı zamana bağlı artış göstermiştir. Zerdeçalı sosis grubunda kontrol grubuna göre daha düşük TMAB sayısı gözlenmiştir. Zerdeçalı sosis grubunun 20 günlük TMAB sayı ortalaması 4.67 iken kontrol grubunun TMAB sayısı

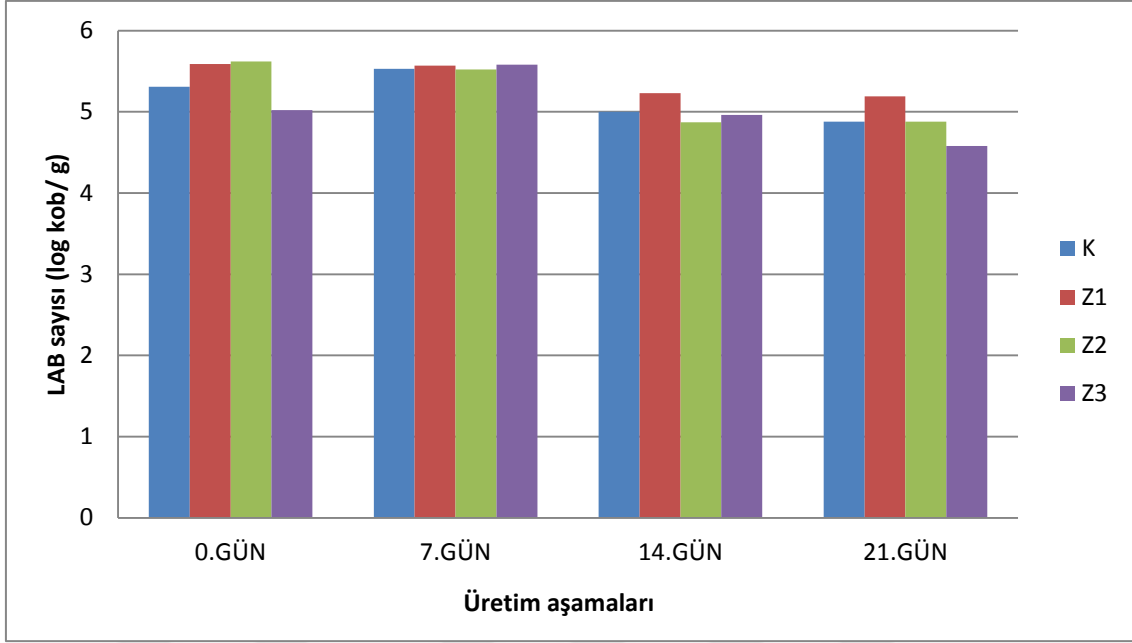
ortalama 6.60 olarak tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmadaki sonuçlar zerdeçalı sucuk çalışmasına uygun bulunmuştur.

Erkmen ve Bozkurt (2004), fabrika ve kasaplardan topladıkları 50 adet sucuğun kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerini incelemiştir. Fabrika ve kasaplardan toplanan sucukların TMAB değerleri sırasıyla 5.75 ile 7.43 log kob/g ve 5.83 ile 7.86 log kob/g olarak belirlenmiştir. Verilen bu çalışmadaki örneklerin TMAB sayı değerleri zerdeçalı sucuk örneklerinden yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni kullanılan hammadde kalitesi ve antioksidan etkisi olan katkı maddesinin kullanılmasından kaynaklanmış olabilir.

4.4.2 Laktik Asit Bakteri Sayım Sonuçları

Sucuk örneklerinin üretim aşamalarına ait LAB sayıları Çizelge 4.13'te toplu olarak verilmiştir. Sucuk örneklerinin en düşük LAB değeri (4.58 log kob/g) 21. günde Z3 örneğinde, en yüksek LAB değeri (5.62 log kob/g) 0. gün Z2 örneğinde belirlenmiştir. 21. Günüñ sonunda sırasıyla LAB değerleri 4.89 log kob/g; 5.19 log kob/g; 4.88 log kob/g ve 4.58 log kob/g olarak tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışmada Şekil 4.16'da sucuk örneklerinin LAB değerleri verilmiştir.



Şekil 4.16 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin LAB değerleri (log kob/g).

Varyans analiz sonuçlarına göre, sucuk örneklerinin aromasının, tadının ve yapısının oluşmasında etkili olan LAB değerleri üzerine olgunlaştırmanın, zerdeçalın ve olgunlaştırma*zerdeçalın etkileşimi $p<0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Sucuk örneklerinde, farklı oranlarda zerdeçal ilavesine ait LAB değerlerinin ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.15, olgunlaştırma sürelerine ait ortalamalar ise Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, zerdeçal oranının LAB değeri üzerinde Z1 ve Z3 arasında istatistiksel olarak farklı olduğunu ve kontrol ve Z2 gruplarında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.15). Olgunlaştırma periyodunca LAB değeri tüm örneklerde istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.15 Sucuk örneklerine ait mikrobiyolojik analizlerde farklı oranda katkının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Z	n	TMAB	LAB	MAYA-KÜF
Kontrol	2	4.35 a	5.18 b	3.63 a
Z1	2	4.44 a	5.39 c	4.61 d
Z2	2	4.36 a	5.22 b	4.12 c
Z3	2	4.48 a	5.03 a	3.85 b

Z: Zerdeçal, **Z1:** %1.75 zerdeçal katkılı sucuk, **Z2:** %3.50 zerdeçal katkılı sucuk, **Z3:** %5.25 zerdeçal katkılı sucuk

TMAB: Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri, **LAB:** Laktik Asit Bakteri

n: Çizelgedeki değerler iki tekkerrürün ortalamasıdır.

Erkmen ve Bozkurt (2004), fabrika örneklerine ait sucukların LAB değerlerini ortalama 4.70 ile 6.43 log kob/g, kasaplardan temin edilen sucuk örneklerinin LAB değerlerini ortalama 4.12 ile 5.98 log kob/g arasında bulmuşlardır. Soyer vd. (2005), %10, %20 ve %30 yağ içerikli, iki olgunlaşma sıcaklığı (20-22°C ve 24-26°C) ile ürettikleri örneklerde laktik asit bakteri değerlerini 3.5 ile 4.3 log kob/g olarak bulduklarını bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalara göre elde edilen veriler bu çalışmaya göre benzer bulunmuştur.

Atik (2013), depolama sonucunda LAB değerlerini 4.84 ile 4.92 log kob/g düzeyinde bulmuştur. Mikroorganizmalarca kullanılabilir su miktarı a_w değerinin de düşük olması LAB değerlerinde azalış olmasının nedeni olabileceğini tespit etmiştir.

Tosati vd. (2017), Frankfurter sosisinin sentetik kılıfı yerine zerdeçal, nişasta ve jelatin karışımı yenilenebilir kaplama yaparak mikrobiyal ve fizikokimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Frankfurter sosisleri 30 gün, 5 ile 10 °C’de depolamaya bırakılmıştır. 10. günün sonunda Frankfurter sosislerinde, kaplanan örneklerin LAB değerleri 3.96 ile 3.97 log kob/g olarak bildirmişlerdir. Depolama sonunda kaplama yapılan Frankfurter sosislerinde, kaplama yapılmayan örneklere göre LAB sonuçları daha düşük bulunmuştur. Yenilebilir kaplamanın zerdeçal içeriğindeki kurkuminin varlığı mikroorganizma büyümesini inhibe ettiği sonucuna varılmıştır. Depolama sonunda LAB değerleri 6.32 ile 7.81 log kob/g arasında bulunmuştur. Zerdeçalı sucuk çalışmasına göre depolama LAB sonuçları yüksek bulunmuştur. Üretim aşamaları ve kullanılan starter kültür farklılığı sebebiyle bu farklılığın ortaya çıktığı

düşünülmektedir.

4.4.3 Koliform Grubu Bakteri Sayım Sonuçları

Sucuk örneklerinin üretim aşaması boyunca Koliform bakterilerde üreme gözlenmemiştir.

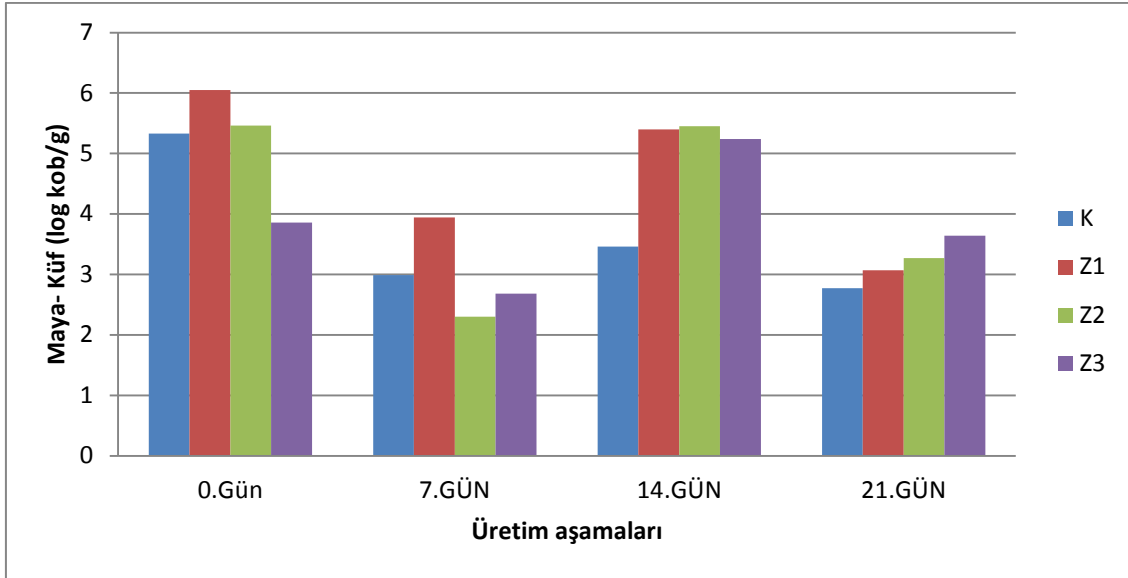
4.4.4 Maya-Küf Sonuçları

Sucuk örneklerinin üretim aşamalarına ait maya-küf sayım sonuçları Çizelge 4.13'te toplu olarak verilmiştir. Sucuk örneklerinin en düşük maya-küf değeri (2.30 log kob/g) 7. günde Z2 örneğinde, en yüksek maya-küf değeri (6.06 log kob/g) 0. gün Z1 değerinde belirlenmiştir. 21. günün sonunda maya-küf değerleri sırasıyla 2.76 log kob/g; 3.04 log kob/g; 3.28 log kob/g ve 3.65 log kob/g olarak tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, sucuk örneklerinin maya-küf değerleri üzerine olgunlaştırmanın, zerdeçalın ve olgunlaştırma*zerdeçalın etkileşimi $p<0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Sucuk örneklerinde, farklı oranlarda zerdeçal ilavesine ait maya-küf değerlerinin ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.15'de, olgunlaştırma sürelerine ait ortalamalar ise Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Şekil 4.17'de görüldüğü gibi olgunlaştırmanın son gününde örneklerin maya-küf değerleri diğer günlere nispeten azalmıştır.



Şekil 4.17 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin maya-küf değerleri (log kob/g).

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, zerdeçal oranının maya-küf üzerinde tüm örneklerde istatistiksel olarak farklı olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.15). Olgunlaştırma periyodunca da maya-küf değerleri tüm örneklerde istatistiksel olarak farklı olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16 Sucuk örneklerine ait mikrobiyolojik analizlerde olgunlaştırma süresinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gün	n	TMAB	LAB	MAYA-KÜF
0 Gün	2	5.48 c	5.38 c	5.17 d
7 Gün	2	3.99 a	5.55 d	2.98 a
14 Gün	2	4.17 b	5.01 b	4.89 c
21 Gün	2	4.00 a	4.88 a	3.18 b

TMAB: Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri, **LAB:** Laktik Asit Bakteri

n: Çizelgedeki değerler iki tekkerrürün ortalamasıdır.

Atik (2013), depolamanın son günü maya-küf değerlerini 3.43 – 3.80 log kob/g olarak tespit etmiştir. Zerdeçalı sucuk örneklerindeki değerler Atik (2013)'in değerleri ile benzerlik göstermektedir.

Yapılan çeşitli araştırmalarda baharatların hazırlanması sırasında yetersiz hijyen koşullardan dolayı, mikroorganizmaların kontamine hala gelmesi ve bu baharatın

kullanılması durumunda et ürünlerinin kalitesinin bozulduğu, dayanma süresinin de azaldığı bildirilmiştir (Kayaardı ve Gök 1999). Maya-küf yükü, sucukta hammaddeden, baharattan olabileceği gibi üretim sırasındaki ortamdan da etkilenebilmektedir (Atık 2013).

Bozkurt ve Erkmen (2007), yaptığı çalışmada bazı ticari katkı maddelerinin sucuk kalite özellikleri üzerine etkilerinin araştırmıştır. Mikrobiyal, kimyasal ve duyuşal değışiklikleri 15 günlük olgunlaştırma ve 36 günlük depolama süresince gözlemlemiştir. Kontrol grubu örneklerinde 5 günlük olgunlaşma süresinde maya-küf sayıları 4.54 log kob/g'dan 5.09 log kob/g'a yükselmiştir. Katkı maddeli sucuk örnekleri olgunlaştırma ve depolama sonrasında maya-küf sayıları 4.48 log kob/g'dan 2.70 log kob/g'a kadar düşüş göstermiştir. Zaman ve katkı maddelerinin küf ve maya sayıları üzerinde önemli bir etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmaya göre bu çalışmadaki değerler birbirine benzer bulunmuştur.

4.5 Duyusal Analiz Sonuçları

Sucuk örneklerinin 21. güne ait renk, koku, tat, tekstür ve genel beğeni özellikleri araştırılmıştır. Duyusal analizine ait sonuçlar Çizelge 4.17 verilmiştir.

Çizelge 4.17 Sucuk örneklerine ait duyuşal analiz sonuçları.

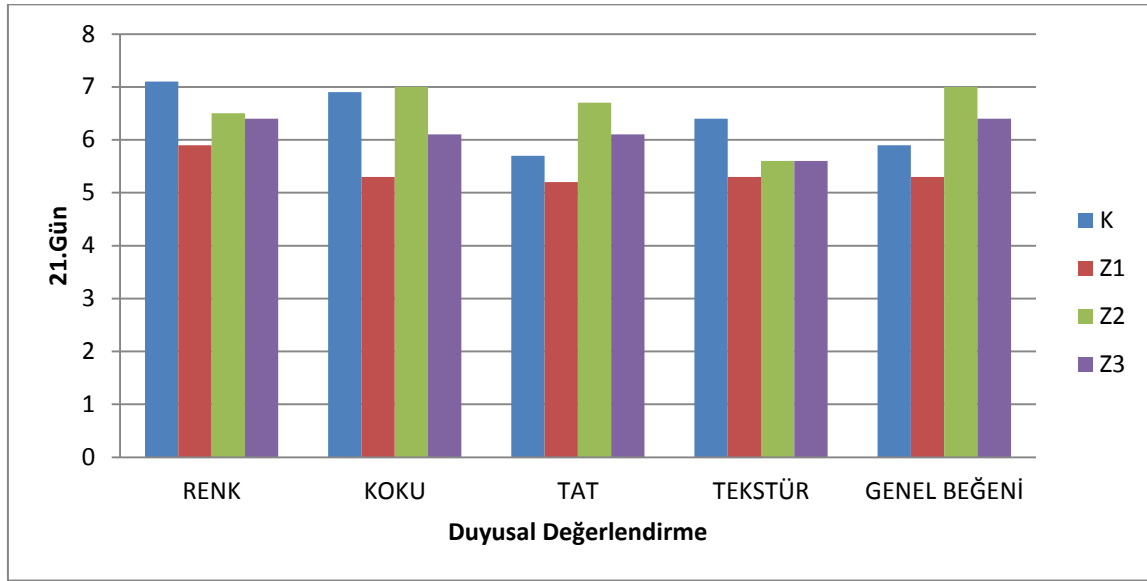
Gün	Örnek	Renk	Koku	Tat	Tekstür	Genel beğeni
21	K	7.1	6.9	5.7	6.4	5.9
	Z1	5.9	5.3	5.2	5.3	5.3
	Z2	6.5	7.0	6.7	5.6	7.0
	Z3	6.4	6.1	6.1	5.6	6.4

K: Kontrol, **Z1:** %1.75 zerdeçal katkılı sucuk, **Z2:** %3.50 zerdeçal katkılı sucuk, **Z3:** %5.25 zerdeçal katkılı sucuk

4.5.1 Renk Puanlama Sonuçları

Sucuk örneklerinin 21. gün renk puanlama sonuçları Çizelge 4.17'de toplu olarak verilmiştir. Pişmiş sucukların renk değerdendirmesinde kontrol grubu ve %1.75 (Z1), %3.50 (Z2) ve %5.25 (Z3) zerdeçal ilave edilmiş sucuklarda sırası ile 7.1; 5.9; 6.5 ve 6.4 ortalama puan ile değerdendirilmiştir. Pişmiş sucuklarda kontrol grubunun renk

puanlama sonuçlarına göre en fazla beğenildiği saptanmıştır (Şekil 4.18).



Şekil 4.18 Farklı oranlarda zerdeçal katkılı sucuk örneklerinin duysal puanlama sonuçları.

4.5.2 Koku Puanlama Sonuçları

Sucuk örneklerinin 21. gün koku puanlama sonuçları Çizelge 4.17’de toplu olarak verilmiştir. Pişmiş sucukların koku değerlendirmesinde kontrol grubu ve %1.75 (Z1), %3.50 (Z2) ve %5.25 (Z3) zerdeçal ilave edilmiş sucuklarda sırası ile 6.9; 5.3; 7.0 ve 6.1 ortalama puan ile değerlendirilmiştir. Pişmiş sucuklarda Z2 grubunun koku puanlama sonuçlarına göre en fazla beğenildiği ve kontrol grubunun da en yüksek ikinci beğeniye sahip olduğu görülmektedir.

Ekşi (2011), sucuğa farklı oranlarda kaşar peyniri ilavesi ile yaptığı çalışmada koku açısından değerlendirilen örneklerinde en yüksek beğeniye kontrol grubu, en düşük beğeni ise %6 kaşar peyniri ilave ettiği örnekte aldığını bildirmiştir.

4.5.3 Tat Puanlama Sonuçları

Sucuk örneklerinin 21. gün tat puanlama sonuçları Çizelge 4.17’de toplu olarak verilmiştir. Pişmiş sucukların tat değerlendirmesinde kontrol grubu ve %1.75 (Z1), %3.50 (Z2) ve %5.25 (Z3) zerdeçal ilave edilmiş sucuklarda sırası ile 5.7; 5.2; 6.7 ve

6.1 ortalama puan ile değerlendirilmiştir. Pişmiş sucuklarda Z2 grubunun tat puanlama sonuçlarına göre en fazla beğenildiği, Z1 grubunun ise tat puanlama sonuçlarına göre en az beğenildiği saptanmıştır.

4.5.4 Tekstür Puanlama Sonuçları

Sucuk rnelerinin 21. gün tekstür puanlama sonuçları izelge 4.17’de toplu olarak verilmiştir. Pişmiş sucukların tekstür değerlendirmesinde kontrol grubu ve %1.75 (Z1), %3.50 (Z2) ve %5.25 (Z3) zerdeçal ilave edilmiş sucuklarda sırası ile 6.4; 5.3; 5.6 ve 5.6 ortalama puan ile değerlendirilmiştir. Pişmiş sucuklarda kontrol grubunun tekstür puanlama sonuçlarına göre en fazla beğenildiği, Z1 grubunun ise tekstür puanlama sonuçlarına göre en az beğenildiği saptanmıştır.

4.5.5 Genel Beğeni Puanlama Sonuçları

Sucuk rnelerinin 21. gün genel beğeni puanlama sonuçları izelge 4.17’de toplu olarak verilmiştir. Pişmiş sucukların genel beğeni değerlendirmesinde kontrol grubu ve %1.75 (Z1), %3.50 (Z2) ve %5.25 (Z3) zerdeçal ilave edilmiş sucuklarda sırası ile 5.9; 5.3; 7.0 ve 6.4 ortalama puan ile değerlendirilmiştir. Pişmiş sucuklarda Z2 grubunun genel beğeni puanlama sonuçlarına göre en fazla beğenildiği, Z1 grubunun ise genel beğeni puanlama sonuçlarına göre en az beğenildiği saptanmıştır.

Başpınar (2016), fermente sucuk rnelerine farklı konsantrasyonlarda Frenk zm ekstraktı ilave ederek duysal analiz sonuçlarından genel beğeni değerlerinde en yüksek puanı F5000 (5000 ppm) rneğinde görüldüğünü tespit etmiştir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada farklı oranlarda (%1.75 %3.50 ve %5.25) zerdeçal ilave edilerek geleneksel Türk sucuğunun kalite özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Zerdeçal ilaveli sucukların 21 günlük olgunlaştırma evresi boyunca kimyasal, tekstür, mikrobiyolojik, ve renk analiz sonuçları belirlenmiştir. Elde edilen analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Sucuk üretiminde laktik asit bakterilerinin de etkisiyle ürüne dışarıdan ilave edilen ve etin kendi doğal yapısındaki şekerlerin parçalanması ile ortamda laktik asit birikmektedir. Laktik asidin birikmesi ile pH düşmeye başlamaktadır. Örneklerin başlangıç pH değerleri 5.97 ile 6.00 arasında tespit edilmiş olup, olgunlaştırmanın 7. gününden itibaren azalma göstermiştir. Genel olarak Z3 grubu örnekleri pH değeri açısından en yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Sucuk örneklerinin başlangıçtaki a_w değerleri, olgunlaşma süresi ilerledikçe üründeki su kaybına bağlı olarak düşüş göstermiştir.

Örneklerin nem miktarları, kurumaya bağlı olarak olgunlaştırma aşamasının 7. gününden itibaren düşüş göstermiştir. Olgunlaştırmanın son gününe kadar bu düşüş devam etmiştir. Sucuk örneklerinde görülen nem miktarlarındaki bu düşüş sucuk yapısında bulunan diğer bileşenlerden kül, protein ve yağ değerlerinde nisbi artışa sebep olmuştur. Nem miktarının diğer çalışmalara göre daha düşük çıkması, olgunlaştırma süresinin daha uzun tutulması olarak gösterilebilir.

Sucuk örneklerinde protein ve yağ miktarları olgunlaştırma süresince gerçekleşen kurumaya bağlı olarak artış göstermiştir. Örneklerin son olgunlaştırma gününde hem protein hem de yağ içerikleri en yüksek değerleri görmüştür.

Sucuk örneklerinde tekstür sonuçlarına göre olgunlaştırma süresi boyunca sertlik değerinde artış görülmüştür. En düşük sertlik değeri 0. gün Z1 grubunda, en yüksek ise 21. gün Z3 grubunda tespit edilmiştir. Dış yapışkanlık ve elastikiyet değerleri arasında

olgunlaştırma süresince artış ve azalışlar görülmüştür. Sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerleri 7. günden sonra belirgin artışlar göstermiştir.

Sucukların TMAB sayıları olgunlaştırmanın 7. gününden itibaren artış ve azalışlar göstermiştir. 21 günlük olgunlaştırmanın sonunda TMAB sayılarında en fazla düşüş Z2 grubunda tespit edilmiştir.

Örneklerin LAB sayıları fermentasyon ile artmış, olgunlaştırmanın 7. gününde en yüksek değere ulaşmıştır. LAB sayılarının olgunlaştırmanın son gününde en düşük sayıya sahip olduğu gözlenmiştir. En düşük LAB sayısı Z3 grubunda tespit edilmiştir.

Örneklerin maya-küf sayılarında olgunlaştırma süresince artış ve azalışlar gözlenmiştir. Olgunlaştırmanın son gününde tüm gruplarda maya-küf sayılarının azaldığı tespit edilmiştir. Koliform grubu bakteri üremesi hiçbir grupta gözlenmemiştir. Bu durum üretim şartlarının tüketici sağlığı açısından güvenilir ve temiz ortam koşullarında yapıldığının göstergesidir.

Sucuk örneklerinin olgunlaşmaya bağlı kuruma sonucunda L^* (parlaklık) değerlerinde azalma tespit edilmiştir. En düşük L^* değeri 21. gün Z3 örneğinde görülmüştür. a^* (kırmızılık) değerleri olgunlaştırma süresi boyunca genel olarak düşüş göstermiştir. Farklı oranlarda zerdeçal ilavesinin etkisi b^* (sarılık) değerlerinde görülmüştür. Olgunlaştırma süresince b^* değerlerinde azalmalar görülmüş olsa da en yüksek değerler Z3 gruplarına aittir.

Son yıllarda yapılan çalışmalar et sektöründe, baharatların lezzet verici özelliklerinin yanında antioksidan ve antimikrobiyal etkilerinin olduğunu ve mikrobiyal bozulmalara karşı önleyici özelliklerinin yer aldığı saptanmıştır.

Sonuç olarak, yaptığımız bu çalışmada ilave edilen zerdeçalın duyusal değerlendirmede de beğenildiği görülmüştür. En çok beğenilen grup %3.50 zerdeçal seviyesine sahip olan Z2 örneği olmuştur.

Geleneksel sucuğun, ülkemizde et ürünleri arasında en çok tüketilen ürün olması insan sağlığı ve tüketici potansiyeline uygun şartlarda üretilmesini gerektirmektedir. Bu çalışmada, renk, antioksidan etki gibi özellikler için kullanılan katkı maddelerinin hem doğal olması ve hem de ürünün tekstür ve organoleptik özelliklerini bozmadan geliştirmesi amaçlanmıştır.

Bu doğrultu da güçlü bir antioksidan etkiye sahip zerdeçalın sucuk üretiminde kullanılması;

- Maliyet açısından ekonomik bir baharat olması,
- Seri üretim yapan firmaların baharat kombilerine eklenebilecek bir katkı maddesi olması,
- Sucukta mikrobiyolojik kalite kriterleri üzerinde olumlu sonuçlar ortaya çıkardığı düşünülmektedir.

Yapılan çalışma sonuçlarının Türk Gıda Kodeksi Et Ürünleri Tebliğine (2019) uygun bulunduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, sucuğun kalitesini arttırmak ve daha güvenilir ürünler için doğal renk ve antioksidan özellikler gösteren katkıları kullanılabilir.

6. KAYNAKLAR

- Aggarwal B B, Sundaram C, Malani N, Ichikawa H, 2007, Curcumin: The Indian Solid Gold, *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 595, 1-75.
- Agourram A, Ghirardello D, Rantsiou K, Zeppa G, Belviso S, Romane A, vd., 2013, Phenolic Content, Antioxidant Potential, and Antimicrobial Activities of Fruit and Vegetable By-Product Extracts, *International Journal of Food Properties*, 16, 1092-1104.
- Akarca G, 2013, Kılıflanmış Sade ve Baharatlı Mozzarella Peynirinin Olgunlaşma Süresinde Değişimlerinin İncelenmesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 152s, Afyonkarahisar.
- Aksu M I, 2003, Türk sucuğu üretiminde *Urtica dioica* L. (ısırgan otu) kullanımının sucuğun kalitesi üzerine etkisi, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 27, 685-693.
- Altan D D, 2014, Kuşburnu Meyvesinin Geleneksel Yöntemle Meyve Suyuna İşlenmesi Aşamalarında Antioksidan Kapasite değişiminin İncelenmesi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Anonim, 2012, Türk Sucuğu, TS 1070, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Arshad M S, Amjad Z, Yasin M, Saeed F, Imran A, Sohaib M, vd., 2019, Quality and stability evaluation of chicken meat treated with gamma irradiation and turmeric powder, *International Journal Of Food Properties*, 22, 154-172.
- Atik A, 2013, Keçi Etlerinin Sucuk Üretiminde Değerlendirilmesi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 74s, Denizli.
- Ay A, 2015, Soğuk Pres Yağlar İlave Edilerek Üretilen Fermente Sucukların Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 129s, Tekirdağ.
- Aymerich T, Martin B, Garriga M, Vidal-Carou M C, Bover-Cid S, Hugas M, 2006, Safety properties and molecular strain typing of lactic acid bacteria from slightly fermented sausages, *Journal of Applied Microbiology*, 100, 40-49.
- Barzegar A, 2012, The role of electron-transfer and H-atom donation on the superb antioxidant activity and free radical reaction of curcumin, *Food Chemistry*, 135, 1369-1376.

- Basmaz G, 2014, Zerdeçaldan Kurkuminlerin Ekstraksiyonu ve Kurkuminin Voltametrik Davranışının Çeşitli Elektrotlarla İncelenmesi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 65s, Gebze.
- Başoğlu F, 1982, Gıdalarda Kullanılan Bazı Baharatların Mikroorganizmalar Üzerine Etkileri ve Kontaminasyondaki Roller, Gıda, 7, 19-24.
- Başpınar E, 2016, Frenk Üzümleri (*Ribes multiflorum* Kit. Ex Roem. & Schult) Ekstraktlarının Antioksidan ve Antimikrobiyal Özelliklerinin Araştırılması ve Sucuk Üretiminde Kullanılması, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 102s, Afyonkarahisar.
- Bennani L, Faïd M, Bousetta A, 2000, Experimental manufacturing of kaddid, a salted dried meat product: control of the microorganisms, European Food Research and Technology, 211, 153-157.
- Berardo A, De Maere H, Stavropoulou D A, Rysman T, Leroy F, De Smet S, 2016, Effect of sodium ascorbate and sodium nitrite on protein and lipid oxidation in dry fermented sausages, Meat Science, 121, 359-364.
- Biesalski H.-K, 2005, Meat as a component of a healthy diet- are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet?, Meat Science, 70, 509-524.
- Bilge G, 2010, Sucukta Üretim Sırasında Meydana Gelen Mikrobiyolojik ve Biyokimyasal Değişmelere Üretim Sıcaklığının ve Starter Kültürün Etkisi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 118s, Ankara.
- Blandino A, Al-Aseeri M E, Pandiella S S, Cantero D, Webb C, 2003, Cereal- based fermented foods and beverages, Food Research International, 36, 527-543.
- Bozkurt H, Erkmen O, 2007, Effects of some commercial additives on the quality of sucuk (Turkish dry-fermented sausage), Food Chemistry, 101, 1465-1473.
- Bozkurt H, Bayram M, 2006, Colour and textural attributes of sucuk during ripening, Meat Science, 73, 344-350.
- Budak Bağdatlı A, Kundakçı A, 2013, Fermente Et Ürünlerinde Probiyotik Mikroorganizmaların Kullanımı, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 9, 31-37.
- Büyükcünal S K, Kahraman T, 2004, Kırmızı Et Tüketimi ve İnsan Sağlığı Açısından Önemi. Food Sektör, 4, 12-14.

- Casaburi A, M-Conception A, Cavella S, Di Monaco R, Ercolini D, Toldra F, vd., 2007, Biochemical and sensory characteristics of traditional fermented sausages of Vallo di Diano (Southern Italy) as affected by the use of starter cultures, Meat Science, 76, 295-307.
- Casquete R, Benito M J, Martin A, Ruiz-Moyano S, Cordoba J J, Cordoba M G, 2011, Role of an autochthonous starter cultere and the protease EPg222 on the sensory and safety properties of a traditional Iberian dry-fermented sausage “salchichon”, Food Microbiology, 28, 1432-1440.
- Cho S H, Jung S A, Song E J, Lee S Y, Kim K B W R, Park J G, vd., 2006, Effect of Improvement of Storage Properties and Reducing of Sodium Nitrate by Glycyrrhiza uralensis and *Curcula longa* in Pork Sausage, Journal of the Korean Society Food Science and Nutrition, 35, 997-1004.
- Çoksever E, 2009, Farklı Oranlarda Turunç Albedosu İlavesinin Sucuk Kalitesi Üzerine Etkisi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 87s, Konya.
- Çötel E, Karataş F, 2017, Zerdeçal (*Curcuma longa* L.) Bitkisinden Antioksidan Vitaminler ve Glutasyon Miktarları ile Total Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 33,91-101.
- Dalmış Ü, 2007, Sucukta Üretim ve Depolama Sırasında Meydana Gelen Mikrobiyolojik ve Biyokimyasal Değişmeler, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 155s, Ankara.
- Delikanlı Akbay G, Pekcan A G, 2016, Zerdeçal: Beslenme ve Sağlık Yönünden Değerlendirilmesi, Beslenme ve Diyet Dergisi, 44, 68-72.
- Demir N, 2013, Fermente Sucuk Üretiminde Şalgam Suyu Kullanımının Bazı Patojenlerin Canlılığı Üzerine Etkisi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 85s, Manisa.
- Dinçer B, Mutluer B, Erol İ, Özdemir H, Yağlı Ö, Akgün S, 1995, Türk Fermente Sucuğuna Özgü Starter Kültür Bakterilerinin İzolasyon, İdentifikasyon ve Üretimleri, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 42, 285-293.
- Doğu M, Çon A H, Gökalp H Y, 2002, Afyon İlindeki Yüksek Kapasiteli Et İşletlerinde Üretilen Sucukların Bazı Kalite Özelliklerinin Periyodik Olarak Belirlenmesi, Turkish Journal of Veterinary Animal Science, 26, 1-9.

- Ekici L, Ercoşkun H, 2007, Et Ürünlerinde Diyet Lif Kullanımı, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 1, 83-90.
- Ekici L, Öztürk İ, Sağdıç O, Yetim H, 2014, Et ve et ürünlerinde baharatların doğal antioksidan ve antimikrobiyel olarak kullanımı, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 30, 66-72.
- Ekşi H, 2011, Sucuk Üretiminde Kaşar Peyniri Kullanımı, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 75s, Ankara.
- Emir Çoban Ö, Patır B, 2010, Antioksidan Etkili Bazı Bitki ve Baharatların Gıdalarda Kullanımı, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 5, 7-19.
- Ercoşkun H, Özkal S G, 2011, Kinetics of traditional Turkish sausage quality aspects during fermentation, Food Control, 22, 165-172.
- Erdoğrul Ö, Ergün Ö, 2005, Kahramanmaraş Piyasasında Tüketilen Sucukların Bazı Fiziksel, Kimyasal, Duyusal ve Mikrobiyolojik Özellikleri, İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 31, 55-65.
- Erkmen O, Bozkurt H, 2004, Quality Characteristics of Retailed Sucuk (Turkish Dry-Fermented Sausage), Food Technology and Biotechnology, 42, 63-69.
- Faydaoğlu E, Sürücüoğlu M S, 2011, Geçmişten Günümüze Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanılması ve Ekonomik Önemi, Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 11, 52-67.
- Geçgel Ü, Yılmaz İ, Ay A, Apaydın D, Dülger G Ç, 2016, Soğuk Pres Yağlar İlave Edilerek Üretilen Fermente Sucukların Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 13.
- Gimeno O, Ansorena D, Astiasaran I, Bello J, 2000, Characterization of chorizo de Pamplona: instrumental measurements of colour and texture, Food Chemistry 69, 195-200.
- Gökalp H Y, 1982, Starter Kültür Kullanılarak Türk tipi Sucuk İmalinde Metod Geliştirilmesi, TÜBİTAK, VHAG, Proje No: 523, Ankara.
- Gökalp Y H, Ercoşkun H, Çon A H, 1998, Fermente Et Ürünlerinde Bazı Biyokimyasal Reaksiyonlar ve Aroma Üzerine Etkileri, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 4, 805-811.
- Göktaş Ö, Gıdık B, 2019, Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanım Alanları, Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2, 145-151.

- Gönülalan Z, Arslan A, Köse A, 2004, Farklı Starter Kültür Kombinasyonlarının Fermente Sucuklardaki Etkileri, Turkish Journal of Veterinary Animal Science, 28, 7-16.
- Gözübüyük S T, Özdemir H, 2004, Ticari Starter Kültürlerin Fermente Türk Sucuklarının Organoleptik Kalite Niteliklerine Etkisi, Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi, 2, 1-12.
- Gupta S C, Patchva S, Koh W, Aggarwal B B, 2012, Discovery of curcumin, a component of golden spice, and its miraculous biological activities, Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology, 39, 283-299.
- Halkman K, 2005, Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları (181-186), Başak Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd. Şti. Ankara.
- Han J, Rhee K S, 2005, Antioxidant properties of selected Oriental non-culinary/ nutraceutical herb extracts as evaluated in raw and cooked meat, Meat Science, 70, 25-33.
- Heperkan D, Sözen M, 1988, Fermente Et Ürünleri Üretimi ve Mikrobiyal Proseslerin Kaliteye Etkisi, Tübitak, 13, 371-378.
- Ikpeama A, Onwuka G I, Nwankwo C, 2014, Nutritional composition of Tumeric (*Curcuma longa*) and its antimicrobial properties, International Journal of Scientific Engineering Research, 5, 1085-1089.
- İnce E, Özfiliz N, 2016, Türkiye’de Süpermarketlerde Satışa Sunulan Fermente ve Isıl İşlem Görmüş Sucukların Histolojik Muayene ile Kalitelerinin Belirlenmesi, Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 35, 17-23.
- Jayaprakasha G K, Jagan L, Sakariah K K, 2005, Chemistry and biological activities of *C. longa*, Trends in Food Science & Technology, 16, 533-548.
- Jayaprakasha G K, Rao L J, Sakariah K K, 2006, Antioxidant activities of curcumin, demethoxycurcumin and bisdemethoxycurcumin, Food Chemistry, 98, 720-724.
- Johansson G, Berdague J L, Larsson M, Tran N, Borch E, 1994, Lipolysis, Proteolysis and Formation of Volatile Components During Ripening of a Fermented Sausage with *Staphylococcus xylosus* as Starter Culture, Meat Science, 38, 203-218.
- Kabak B, Dobson A D, 2011, An Introduction to the Traditional Fermented Foods and Beverages of Turkey, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 51, 248-260.

- Kara R, Akkaya L, 2010, Geleneksel ve Isıl İşlem Uygulanarak Üretilen Türk Sucuklarında *Salmonella typhimurium*'un Gelişimi, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 5, 1-8.
- Karabacak S, 2006, The Effect Of Natural Antioxidants On The Biogenic Amines During The Ripening of Sucuk, Gaziantep University, Graduate School Of Natural & Applied Sciences, M. Sc. Thesis, 77p, Gaziantep.
- Karaçıl M Ş, Acar Tek N, 2013, Dünyada Üretilen Fermente Ürünler: Tarihsel Süreç ve Sağlık ile İlişkileri, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 27, 163-173.
- Kayaardı S, Gök V, 1999, İyonize radyon ışınlarının et ve et ürünlerinde kullanımı, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları, 4, 34-53.
- Kocatepe D, Tırıl A, 2015, Sağlıklı Beslenme ve Geleneksel Gıdalar (Healthy Nutrition and Traditional Foods), Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 3, 55-63.
- Kurt A, 2012, Fermente Sucuk Üretiminde Kuru İncir ve Taze Siyah İncir Kullanımı, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 57s, Afyonkarahisar.
- Lean L P, Mohamed S, 1999, Antioxidative and antimycotic effects of turmeric, lemon-grass, betel leaves, clove, black pepper leaves and *Garcinia atroviridis* on butter cakes, Journal of the Science of Food and Agriculture, 79, 1817-1822.
- Lewicki P, Arboix J A, Boto P G, Beringues J C, Moreno I M, 2014, Drying, M. Dikeman and C. Devine içinde, Encyclopedia of Meat Science, London, 2, 471-49.
- Liaros N G, Katsanidis E, Bloukas J G, 2009, Effect of the ripening time under vacuum and packing film permeability on processing and quality characteristics of low-fat sausages, Meat Science, 83, 589-598.
- Maizura M, Aminah A, Wan Aida W M, 2011, Total phenolic content and antioxidant activity of kesum (*Polygonum minus*), ginger (*Zingiber officinale*) and turmeric (*Curcuma longa*) extract, International Food Research Journal, 18, 526-531.
- Nazlı B, 1998, Researches on the Ripening of Turkish Fermented Sausage Using a Local Starter Cultere Combination, Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 22, 393-397.

- Olesen P T, Meyer A S, Stahnke L H, 2004, Genration of flavor compounds in fermented sausages-the influence of curing ingredients, Staphylococcus starter culture and ripening time, Meat Science, 66, 675-687.
- Ordenez J A, Hierro E M, Bruna J M, Hoz L D L, 1999, Changes in the components of dry-fermented sausages during ripening, Critical reviews in food science and nutrition, 39, 329-367.
- Öksüztepe G, Güran H Ş, İncili G K, Gül S B, 2011, Elazığ'da Tüketime Sunulan Fermente Sucukların Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kalitesi, Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi, 25, 107-114.
- Öven D C, 2017, Sucukların Bazı Fizikokimyasal ve Tekstürel Özellikleri Üzerine Farklı Yağ Oranlarının Etkisi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 104s, Konya.
- Özbay Doğu S, Sarıçoban C, 2015, Et Kurutma Teknolojisi ve Dünyada Tüketilen Bazı Kurutulmuş Et Ürünleri, Journal of Food and Health Science, 1, 109-123.
- Özdemir H, 1999, Türk Fermente Sucuğunun Florasındaki Dominant Laktobasil Türlerinin Sucuğun Organoleptik Nitelikleri İle İlişkisi, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 46, 189-198.
- Özer C K, 2017, Fermente Et Model Sistemi İçerisinde Kuşburnu (*Rosa canina* L.) Meyvesi Kullanımı, The Journal Of Food, 42, 372-381.
- Özoğul Y, Ayas D, Yazgan H, Özoğul F, Boğa K E, Özyurt G, 2010, The capability of rosemary extract in preventing oxidation of fish lipid, International Journal of Food Science and Technology, 45, 1717-1723.
- Öztan A, 2015, Et Bilimi ve Teknolojisi, Gıda Mühendisleri Odası Yayınları, 526s, Ankara.
- Papadima S N, Bloukas J G, 1999, Effect of fat level and storage conditions on qulity characteristics of traditional Greek sausages, Meat Science, 51, 103-113.
- Pehlivanoglu H, Nazlı B, İmamoğlu H, Çakır B, 2015, Piyasada Fermente Sucuk Olarak Satılan Ürünlerin Kalite Özelliklerinin Saptanması ve Geleneksel Türk Fermente Sucuğu ile Karşılaştırılması, İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 41, 191-198.
- Perez- Alvarez J A, Sayas-Barbera M E, Fernandez-Lopez J. Aranda-Catala V, 1999, Physicochemical characteristics of Spanish-type dry-cured sausage, Food

Research International, 32, 599-607.

Pinero M P, Parra K, Huerta-Leidenz N, Arenas de Moreno L, Ferrer M, Araujo S, vd., 2008, Effect of oat's soluble fibre (β - glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties, Meat Science, 80, 675-680.

Sadullahoğlu H, 2010, Öğütülmüş Çeşitli Bitki Tohumlarının Sucuğun Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 109s, Konya.

Sancak Y C, Ekici K, İşleyici Ö, 2008, Fermente Türk Sucuğu ve Pastırmalarda Kalıntı Nitrat ve Nitrit Düzeyleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 19, 41-45.

Sancak Y C, Kayaardı S, Sağun E, İşleyici Ö, Sancak H, 1996, Van Piyasasında Tüketime Sunulan Fermente Türk Sucuklarının Fiziksel, Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Organoleptik Niteliklerinin İncelenmesi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 7, 67-73.

Schraufstatter E, Bernt H, 1949, Antibacterial action of curcumin and related compounds, Nature, 164, 456-457.

Serdaroğlu M, Tömek S, 1995, Fermente Et Ürünlerinde Proteolitik Enzimlerin Önemi, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1, 89-94.

Soyer A, 1989, Bazı Katkı Maddelerini İçeren Ticari Preparatlarının Sucuklarda Total ve Bağlı Su Retansiyonu, Renk Stabilitesi ve Tad Üzerine Etkileri, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Soyer A, 2002, Fermente Et Ürünlerinde Kaliteyi Etkileyen İç Faktörler, Gıda, 27, 15-19.

Soyer A, Ertaş A H ve Üzümcüoğlu Ü, 2005, Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (sucuks), Meat Science 69, 135-141.

Şanes A, 2006, Kalorisi ve Yağ Miktarı Azaltılmış Fonksiyonel (Diyet) Sucuk Üretimi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 98s, İstanbul.

- Tamang J P, Kailasapathy K, 2010, Fermented Foods and Beverages of the World. CRC Press Newyork, United States of America, 435.
- Tosati J V, Messias V C, Carvalho P I, Pollonio M A R, Meireles M A A and Monteiro A R, 2017, Antimicrobial Effect of Edible Coating Blend Based on Turmeric Starch Residue and Gelatin Applied onto Fresh Frankfurter Sausage, Food Bioprocess Technology, 10, 2165-2175.
- Tosun D, Demirbaş N, 2012, Türkiye’de Kırmızı Et ve Et Ürünleri Sanayiinde Gıda Güvenliği Sorunları ve Öneriler, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26, 93-102.
- Ulusoy H B, 2007, Kefir Kültürü İle Fermente Sucuk Üretimi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 85s, İstanbul.
- Uz A, 2008, Az Yağlı Sucuğun Renk ve Tekstürüne Buğday Kepeği İlavesinin Etkisi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 87s, Ankara.
- Yaylak E, Taşkın T, Koyubenbe N ve Konca Y, 2010, İzmir İli Ödemiş İlçesinde Kırmızı Et Tüketim Davranışlarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Hayvansal Üretim, 51, 21-30.
- Yim D G, Jang K H, Chung K Y, 2015, Effect of GDL Addition on Physico-chemical Properties of Fermented Sausages during Ripening, Korean Journal For Food Science of Animal, 35, 322-329.
- Yun E A, Jung E & Joo N, 2013, Quality Characteristics of Chicken Sausage Prepared with Turmeric (*Curcuma longa* L.) during Cold Storage, Journal of the Korean Dietetic Association, 19, 195-208.
- Yüzlü E, 2018, Fermente Sucukta Ispanak ve Maydanoz Tozları Kullanılarak Sentetik Nitrit Miktarının Azaltılabilme İmkanları Yanıt Yüzey Yöntemi İle Modellenmesi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 60s, Bolu.
- Zhang Y Henning, S M Lee, R P Huang, J Zerlin, A Li, Z and Heber D, 2015, Turmeric and black pepper spices decrease lipid peroxidation in meat patties during cooking, International Journal of Food Sciences and Nutrition, 66, 260-265.

İnternet Kaynakları

- 1- <http://gidamuhendisi.tripod.com/FERMENTE.HTM>, 28.11.2018
- 2- <http://www.zerdecil.org/curcumin-ozellikleri.php>, 10.10.2019
- 3- <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/01/20190129-4.htm>, 10.07.2019



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Şeyma HELVACIOĞLU
Doğum Yeri ve Tarihi : Afyonkarahisar/Merkez 06.06.1994
Yabancı Dili : İngilizce
İletişim (Telefon / e-posta) : 0 506 853 19 54/ seyma_34_sh@outlook.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Afyon Anadolu Lisesi, (2008-2012)
Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği
Bölümü, (2012-2016)
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri
Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı,
(2017-2020)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl: Asyam Danışmanlık (03.2017/10.2017)

EKLER

EK 1. Pişmiş Sucuk Duyusal Değerlendirme Formu

PIŞMIŞ SUCUK DEĞERLENDİRME FORMU

Duyusal değerlendirmeye başlamadan önce ve değerlendirme aşamasında örnekler arasında, ağızınızdaki bir önceki tadın etkisini gidermek için bir parça ekmek ve sudan yararlanınız.

Örnek Kodu	Renk	Koku	Tat	Tekstür	Genel beğeni
340					
675					
281					
593					

Özelliklerin değerlendirilmesinde aşağıdaki puanlar kullanılacaktır:

- 9: Mükemmel
- 8: Çok iyi
- 7: İyi
- 6: Ortanın üstü
- 5: Orta
- 4: Ortanın altı
- 3: Kötü
- 2: Çok kötü
- 1: Son derece kötü