

**AFYONKARAHİSAR BÖLGESİNDE ÜRETİLİP SATIŞA SUNULAN
SUCUKLARIN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hüseyin YEŞİLİRMAK

Danışman

Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Eylül 2019

Bu tez çalışması 17.FEN.BİL.23 numaralı proje ile BAP tarafından desteklenmiştir.

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**AFYONKARAHİSAR BÖLGESİNDE ÜRETİLİP SATIŞA
SUNULAN SUCUKLARIN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**

Hüseyin YEŞİLİRMAK

Danışman
Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

EYLÜL 2019

TEZ ONAY SAYFASI

Hüseyin YEŞİLIRMAK tarafından hazırlanan "Afyonkarahisar Bölgesindeki Sucukların Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Araştırmalar" adlı tez çalışması lisanüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 26/09/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği **Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman :Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

Başkan :Prof. Dr. Yahya TÜLEK
Pamukkale Üni. Mühendislik Fak

Üye :Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR
Afyon Kocatepe Üni. Mühendislik Fak.

Üye : Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK
Afyon Kocatepe Üni. Mühendislik Fak

İmza



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

.....
Prof. Dr. İbrahimEROL
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.



22/09/2019

Hüseyin YEŞİLIRMAK

ÖZET
Yüksek Lisans Tezi

**AFYONKARAHİSAR BÖLGESİNDE ÜRETİLİP SATIŞA SUNULAN
SUCUKLARIN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**

Hüseyin YEŞİLİRMAK

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

Bu araştırma, Afyonkarahisar ilinde üretilen sucukların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada 30 farklı üreticiden temin edilen sucuklar analiz edilmiş olup, araştırmalar 2 tekerrürlü gerçekleştirilmiştir. Böylece yerel üretim yapan işletmelerin Türk Gıda Kodeksi Et ve Et ürünleri Tebliği'ne (Tebliğ No: 2012/74) göre uygunluğunu belirlemek amaçlanmıştır.

Örnekler kuru madde oranı, protein oranı, kül oranı, yağ oranı, renk değerleri, pH değerleri, tuz oranları, toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı, maya-küf sayısı, staphylococcus bakteri sayısı, toplam koliform bakteri sayısı bakımından incelenmiştir. Araştırmada kullanılan sucuk çeşitlerinin ortalama değerleri bakımından kuru madde oranı %41,83- 69,11, kül oranları %2,52- 4,11, protein oranları %8,31- 19,41, yağ oranları %10,87- 44,00, pH değerleri 5,11-6,82, tuz oranları %2,2-3,55, L* değerleri (açıklık- koyuluk) 42,8-55,83, a* değerleri (kırmızılık) 15,28- 30,32, b* değerleri (sarılık) 13,21- 26,19, toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı 1,78-2,93 log kob/g, LAB sayımı 1,04-3,35 log kob/g, küf ve maya sayısı ortalama 0,17-1,61 log kob/g, toplam koliform bakteri sayısı ortalama 0,65-1,95 log kob/g, *Staphylococcus aureus* bakteri <1 log kob/g'dır.

Numunelerin kalite değerleri üzerinde üreticilerin birbirinden önemli derecede farklı oldukları tespit edilmiştir. Bu farklılık hammadde, işletmelerin üretim koşulları

(sıcaklık, nem, hava akımı, hijyen) gibi faktörlerin etkili olduğu söylenebilir. Bu farklılıkların, standart olmayan üretim yöntemi, yetersiz ve farklı teknolojik ve hijyenik uygulamalar, değişik özellikte hammadde kullanımı ve starter kültür kullanılması gibi uygulamalardan ileri geldiği düşünülmektedir.

2019, xi + 49 sayfa

Anahtar Kelimeler: Sucuk, Fiziksel analiz, Kimyasal analiz, Mikrobiyolojik analiz.



ABSTRACT
MSc. Thesis

INVESTIGATIONS ON SOME QUALITY PROPERTIES OF SAUCAS PRODUCED
AND SALE IN AFYONKARAHİSAR REGION

Hüseyin YEŞİLİRMAK

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Ramazan ŞEVİK

In this research, physical, chemical and microbiological characteristics of sausages produced in Afyonkarahisar province. In the study, sausages obtained from 30 different producers were analyzed and there searches were carried out with 2 replications. Thus, it is aimed to determine the suitability of the local production enterprises for the Turkish Food Codex Communiqué on Meat and Meat Products (Communiqué No: 2012/74).

The dry matter ratio, protein content, ash content, fat content, Hunter LAB color values, pH values, salt content, total aerobic mesophilic bacteria count, yeast-mold count, staphylococcus bacterial count, total coliform bacteria number were examined. The rate of dry matter was 41,83- 69,11%, ash ratio was 2,52- 4,11%, protein ratios were 8,31 - 19,41% and fat ratios were 10,87- 44%. pH values 5,11- 6,82, salt ratios 2,2-3,55% L* values (clarity) 42,85-55,83, a* values (redness) 15,28, 30,32, b* values (jaundice) 13,21-26,19, total aerobic mesophilic microorganism number 1,78-2,93 log cfu / g, lactic acid bacterial count 1,04-3,35 log cfu / g, The mean number of mildew and yeast was 0,17- 1,61 log cfu / g, the total coliform bacteria number was 0,65- 1,95 log cfu / g, *staphylococcus aureus* bakteri <1 log kob/g'dır.

It was determined that the quality values of the samples were significantly different from the producers. Factors such as raw material, production conditions (temperature, humidity, air flow, hygiene) of the difference can be said to be effective. These differences are thought to be due to applications such as non-standard production method, in adequate and different technological and hygienic applications, use of

different properties of raw materials and use of starter culture.

2019, xi + 49 pages

Keywords: Sausage, Physical analysis, Chemical analysis, Microbiological analysis.



TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasını 17.FEN.BİL.23 numaralı proje ile destekleyen üniversitemiz Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne ve yönetim kuruluna teşekkürlerimi sunarım. Bu araştırmanın konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK'e, araştırma ve yazım süresince yardımlarını esirgemeyen Sayın Dr. Öğr. Üyesi Gökhan AKARCA ve Sayın Arş. Gör. Çiğdem AŞÇIOĞLU'na, meslektaşım Ayşe İLİK ve Mehtap ÇEVİK TELEKOĞLU'na ve her konuda öneri ve eleştirileriyle yardımlarını gördüğüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Bu araştırma boyunca maddi ve manevi desteklerinden dolayı aileme teşekkür ederim.

Hüseyin YEŞİLİRMAK

Afyonkarahisar, 2019

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
RESİMLER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	3
2.1 Sucuk	3
2.1.1 Isıl İşlem Görmüş Sucuk	4
2.1.2 Fermente Sucuk	5
2.2 Sucuk Çeşitleri	9
3. MATERYAL ve METOT	10
3.1 Materyal	10
3.2 Metod	10
3.2.1 pH Tayini	10
3.2.2 Kuru Madde Tayini	11
3.2.3 Kül Tayini	11
3.2.4 Protein Tayini	12
3.2.5 Yağ Tayini	12
3.3.6 Mikrobiyolojik Analizler	13
3.3.6.1 Toplam Mezofil Aerobik Bakteri (TMAB) Sayımı	13
3.3.6.2 <i>Staphylococcus aureus</i> Sayımı	14
3.3.6.3 Maya ve Küf Sayımı	14
3.3.6.4 Laktik asit bakterisi (LAB) sayımı	14
3.3.6.5 Toplam Koliform Bakteri Sayımı	14
3.3.7 Renk analizi	14
3.3.8 Tuz analizi	15
3.3.9 İstatistiksel Değerlendirme	15
4.BULGULAR	16

4.1 Geleneksel Sucukların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	16
4.1.1 Kül Değerleri	16
4.1.2 Renk Değerleri.....	18
4.1.3 pH Tayini	23
4.1.4 Kuru Madde Değerleri (%).....	25
4.1.5 Yağ Değerleri (%)	27
4.1.6 Protein Değerleri (%)	29
4.1.7 Tuz Değerleri (%).....	31
4.2 Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	33
4.2.1 Toplam Mezofil Aerob Bakteri Sayısı.....	33
4.2.2 LAB Sayısı	35
4.2.3 Maya ve Küf Sayımı.....	37
4.2.4 Toplam Koliform Sayısı	40
5. TARTIŞMA- SONUÇ ve ÖNERİLER	42
6. KAYNAKLAR.....	46
ÖZGEÇMİŞ.....	49

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

a	Kırmızılık değeri
b	Sarılık değeri
°C	Celsius Derecesi
dH ₂ O	Distile su
Dk	Dakika
G	Gram
HCl	Hidroklorik asit
Kob	Koloni oluşturan birim
L	Parlaklık değeri
mL	Mililitre
Mg	Miligram
N	Normalite
OH [•]	Hidroksil radikali
S	Saat
SD	Standart sapma
µL	Mikrolitre

Kısaltmalar

AOAC	Association of Official Analytical Chemists
CFU	Colony Forming Unit
DFD	Kuru Sert Koyu
EPS	Ekzopolisakkarit
HCl	Hidroklorik asit
LAB	Laktik asit bakterisi
MRS	Man Rogosa Sharpe
PDA	Potato Dextro Agar
TMAB	Toplam mezofilik aerobik bakteri
TS	Türk Standartları
VRB	Violet Red Bile

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Isıl işlem görmüş sucuk üretim şeması	5
Şekil 2.2 Fermente sucuk üretim şeması	7
Şekil 4.1 Kül analizi değerleri	18
Şekil 4.2 pH analizi değerleri	25
Şekil 4.3 Kurumadde değerleri.....	27
Şekil 4.4 Yağ tayini değerleri	29
Şekil 4.5 Protein değerleri	31
Şekil 4.6 Tuz değerleri	33
Şekil 4.7 Toplam mezofil aerobik bakteri değerleri.....	35
Şekil 4.8 LAB değerleri	37
Şekil 4.9 Maya-küf sayısı değerleri	39
Şekil 4.10 Toplam koliform bakteri değerleri.....	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Sucuk hamuru formülleri.....	8
Çizelge 2.2 Şekillerine göre sucuk çeşitleri	9
Çizelge 4.1 Kül analizi değerleri.....	17
Çizelge 4.2 L* değerleri	20
Çizelge 4.3 a* değerleri.....	21
Çizelge 4.4 b* sayısı değerleri	22
Çizelge 4.5 pH değerleri.....	24
Çizelge 4.6 Kurumadde değerleri.....	26
Çizelge 4.7 Yağ tayini değerleri.....	28
Çizelge 4.8 Protein değerleri	30
Çizelge 4.9 Tuz değerleri	32
Çizelge 4.10 Toplam mezofil aerobik bakteri değerleri.....	34
Çizelge 4.11 LAB değerleri.....	36
Çizelge 4.12 Maya-küf sayısı değerleri.....	38
Çizelge 4.13 Toplam koliform değerleri.....	40

RESİMLER DİZİNİ

	Sayfa
Resim 3.1 Titrasyon işlemi sonrası kör numune.....	12
Resim 3.2 Soxhelet düzeneği.....	13
Resim 4.1 Maya- küf gelişimi.....	39



1. GİRİŞ

Et, insan vücut yapı taşlarını teşkil eden besin öğelerini ihtiva eden ve yüksek biyolojik değere sahip bir gıdadır ve bu özelliğinden dolayı insanların yeterli ve dengeli beslenmesinde büyük bir öneme sahiptir (Ertaş 1979). İnsan beslenmesinde vazgeçilmez protein kaynağı olan et, aynı zamanda içerdiği besin unsurları, aroma, tat ve koku özelliklerinden dolayı değerli bir gıda maddesidir (Ay 2015). Et; içerdiği zengin besin öğelerinden dolayı insan beslenmesinde son derece büyük öneme sahiptir. Yeterli ve dengeli beslenmede zengin protein kaynağı olarak etin ayrı bir yeri ve önemi vardır.

Sucuk Türklere özgü fermente bir üründür. Sucuk ülkemizde en yaygın olarak üretilen et ürünü olmasına rağmen halen standart üretim tekniği olmayan bir ürün durumundadır. İşletmelerde bilimsel anlamda kalite kontrolü yapılmadığından pek çok problemle karşılaşılmaktadır. Hammadde seçimi ve işleme aşamalarında yapılacak kontrollerin hem tüketici hem de üretici açısından çok yararlı olacağı dikkate alınmamaktadır. Bazı durumlarda teknolojik imkanlardan yararlanılarak tüketiciyi aldatma yoluna dahi başvurulmaktadır. Yeteri derecede kurutulmamış, nem oranı yüksek sucukların vakum uygulanarak ambalajlanıp piyasaya arz edilmesi bu duruma örnek olarak verilebilir. Halbuki çok iyi kurutulmuş sucuklar vakum uygulanarak ambalajlanmalıdır. Nem oranı yüksek ürünleri fermente et ürünü adı altında piyasaya sürmek oldukça hatalı bir uygulamadır (Anonim 2001).

Fermente et ürünleri tüm dünyada popüler ve Türk usulü fermente sucuk Türkiye’de en çok tüketilen sucuk türüdür (Dertli vd. 2016). Sucuk sadece Türkiye’de değil aynı zamanda Orta Asya, Orta Doğu, Kafkaslar, Balkanlar, Güneydoğu ve Kuzey Avrupa’da popüler olan geleneksel bir fermente üründür. Sucuk terimi ilk olarak Divânu Lugâti’t-Türk’te (Aslen 1072’de) Kaşgarlı Mahmut tarafından yazılmıştır. Divânu Lugâti’t-Türk’te sucuk anlatılmaktadır. Kıyma, et ve baharatlarla kuzu bağırsağına doldurulmuş bir ürün olarak. Sucuk farklı ülkelerde farklı telafuz edilmektedir; Bulgaristan’da sujuk, Rusya’da sudjuk, Romanya’da sugiuc, Sırbistan’da sudzuka veya sujuka, Hırdavistan/Bosna/Makedonya/Ermenistan’da esrik, Arap topraklarında sujg, Yunanistan’da

soutzouki, Kırgızistan’da chuchuk, Kazakistan’da shujidir. Sucuk için İngilizce telaffuz soudjouktur (Özkal ve Ercoşkun 2011). Türk fermente sucuğu esas olarak sığır eti, yağ, tuz, nitrit, sarımsak, kırmızıbiber, karabiber, kimyon, yenibahar ve şeker vb. bileşenleri içerir. Bu içerikler karıştırıldıktan ve bağırsaklara doldurulduktan sonra sucuklar arzu edilen tat, lezzet, doku ve duyuşsal özelliklerini oluşturmak için preolitik, lipolitik, mikrobiyolojik ve fiziksel değişikliklerin meydana geldiği fermantasyon ve kurutma işleminde tabi tutulur (Coskuner vd. 2008).



2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Sucuk

Geleneksel Türk sucuğu, TS 1070 Türk Sucuğu stardardında tanımlandığı üzere, et ve yağın kıyma makinesi veya kuterde kıyılması, çeşitli baharatlar, tuz ve katkı maddelerinin ilave edilmesi ve elde edilen karışımın, doğal veya yapay kılıflara doldurulmasıyla belirli sıcaklık ve bağıl nemli ortamda belirli bir süre dinlendirilmesiyle elde edilen işlenmiş bir et ürünüdür (TSE 2012).

Sucuk en eski işlenmiş gıda ürünlerinden biridir ve tarihte M.Ö. 8. yüzyılda bazı kaynaklarda sucuktan bahsedilmiş olup en kayda değer kaynak Homer'in *Odysey* adlı eseridir (Pearson and Gillett 1999). En önemli ve en çok tüketilen geleneksel Türk et ürünlerinden biri, sığır eti veya su buffalo etinden elde edilen kuru, pişmemiş, işlenmiş, mayalanmış sosis, sucuktur. Kimyon, sarımsak, tuz, kara ve kırmızı biber dahil olmak üzere çeşitli baharatlar ile öğütülmüş et ve koyun kuyruğu yağı ve sertleştirme bileşeninden (nitrit veya nitrat) oluşur. Bu karışım, doğal olarak mevcut olan veya başlangıç kültürlerini ekleyen mikroorganizmalar tarafından 22-23 °C'de fermantasyona (olgunlaşma süresi) asılmış (çoğunlukla sığır ince bağırsaklar) doğal bir sosis kılıfına doldurulur ve ortam sıcaklığında ve nemde birkaç hafta kurumaya bırakılır. Sucuk, hem sıcaklığın (22–25°C) hem de nemin (%90–80) dikkatlice kontrol edildiği kurutma sürelerini gerektirir. Küçük ölçekli üreticiler, sucuk üretimi sırasında sıcaklık, nem ve olgunlaşmanın kontrol edilmesine fazla dikkat etmemektedir. Sucuk genellikle kahvaltıda yenir. Ham olduğu zaman çok sert ve katı olduğundan, genellikle dilimler halinde kesilir ve pastırmaya benzer şekilde bir tavada kızartılır. Sucuk ayrıca, Türkiye'de atıştırmalıklar ve fast-food tarzı tostlar ve sandviçler için en sık kullanılan bileşendir. Balkanlar ve Orta Doğu'da onlarca yıldır üretilmekte ve tüketilmektedir. Ayrıca Almanya gibi Avrupa ülkelerinde de tüketilmektedir. Türkiye'nin sucuk üretimi yılda yaklaşık 19000 tondur. Türk Standartları Enstitüsü tarafından düzenlenen sucuk için Türk Standartları (TS tarafından ardından standart kod numarası ile gösterilir); maksimum yağ ve nem içeriği: % 40, tuz:% 5, pH: 4,5–5,5, minimum protein seviyesi: % 20 dir. *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella spp.* gibi patojenlere sıfır tolerans vardır. Ulusal standartlara uygun olarak diğer

mikroorganizmalar için sucukta kabul edilebilir maksimum mikrobiyal yük *Staphylococcus aureus* için 3 log cfu/g, *Clostridium perfringens* için 2 log cfu/g, coliform için <1 log cfu/g ve maya için 2 log cfu/g ve kalıptır (Kilic 2009).

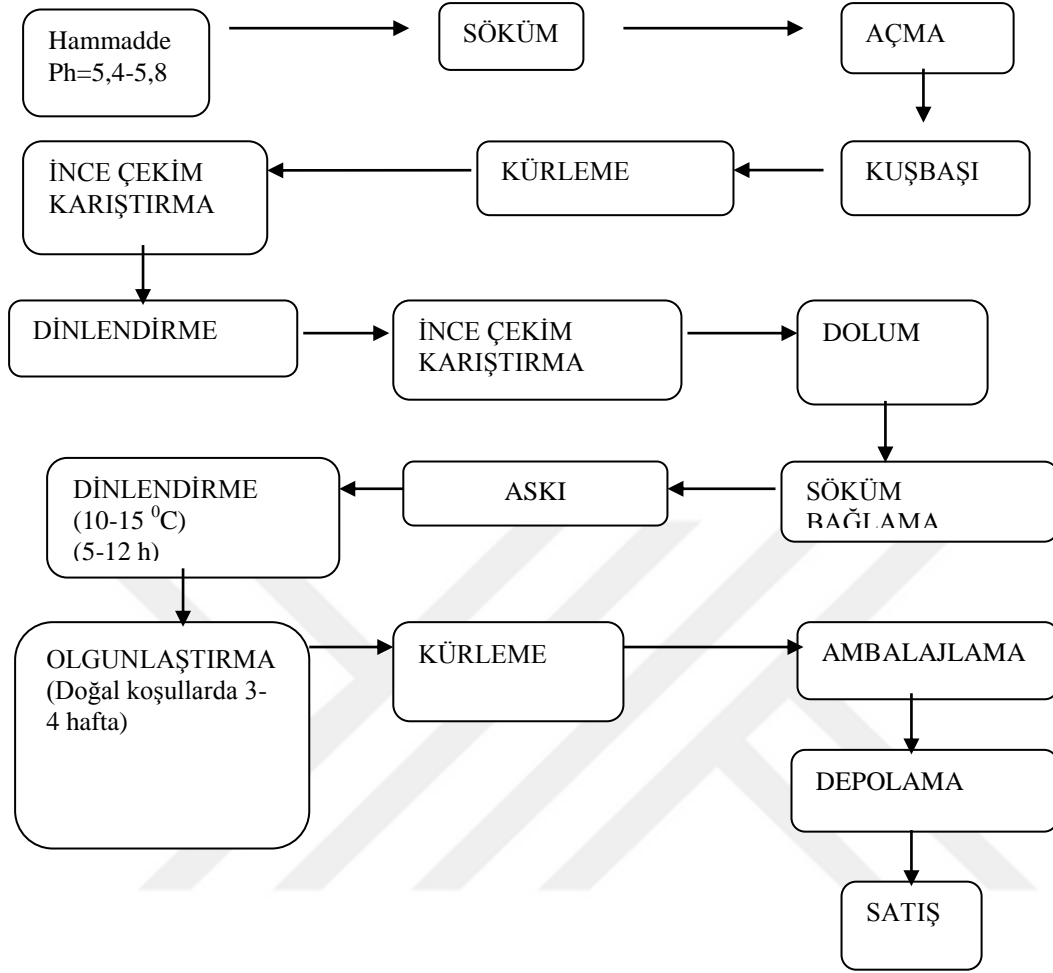
2.1.1 Isıl İşlem Görmüş Sucuk

Isıl işlem görmüş sucuk, etin ve yağın kıyılarak çeşitli baharatlarla karıştırılması sonrasında doğal ve yapay kılıflara doldurularak uygun koşullarda olgunlaştırılıp nem oranı %50' nin altına düşürülmesiyle elde edilen et ürünleri olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2012).

Isıl işlem görmüş sucuk yapımında dolum işleminden sonra kısa bir süre olgunlaştırmayla ph 5,2-5,4'lere düşürüldükten sonra farklı sıcaklıklarda ısıl işlem uygulaması yapıp (40 °C'de 7 saat veya 55 °C'de 50 dakika gibi) üretim kısa sürede sonlanmaktadır (Öztaş 2005).

Isıl işlem görmüş sucuk şu anda piyasada daha baskın durumdadır (Coşkun vd. 2010). Isıl işlem sayesinde proses sürecinin kısılması ve hijyenik kalitenin artması önemli avantajlar sağlamaktadır. Isıl işlem görmüş sucuğun lezzeti, geleneksel sucuğa göre daha yetersiz kalmaktadır, bunun sebebi ısıl işlemin arzu edilir mikrobiyal flora zarar vermesidir (Dalmış ve Soyer 2008).

Isıl işlem görmüş sucuklarda, hem ürün güvenliğini sağlamak hem de karakteristik aroma kazandırabilmek için starter kültür kullanımı önem arz etmektedir. *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus plantarum*, *Staphylococcus aureus* susuşları değişik oranlarda ticari starter kültür preparatları olarak kullanılabilirken, son yıllarda *Pediococcus acidilactic* gibi bakteriler de bilimsel çalışmalarda yer almıştır (Öztaş vd. 2018) Isıl işlem görmüş sucuk üretim şeması Şekil 2.1'de verilmiştir.



Şekil 2.1 Isıl İşlem Görmüş Sucuk Üretim Şeması.

2.1.2 Fermente Sucuk

Renk, doku, lezzet ve koku sucuğun en önemli teknolojik özellikleri arasındadır. Bu özellikler, fermantasyon koşulları (örneğin, fermantasyon sıcaklığı ve süresi) ve antimikrobiyal etkileri ve ekzopolisakarit (EPS) üretim özellikleri nedeniyle başlangıç kültürlerinin kullanımı gibi birçok faktörden doğrudan etkilenir (Dertli vd. 2016).

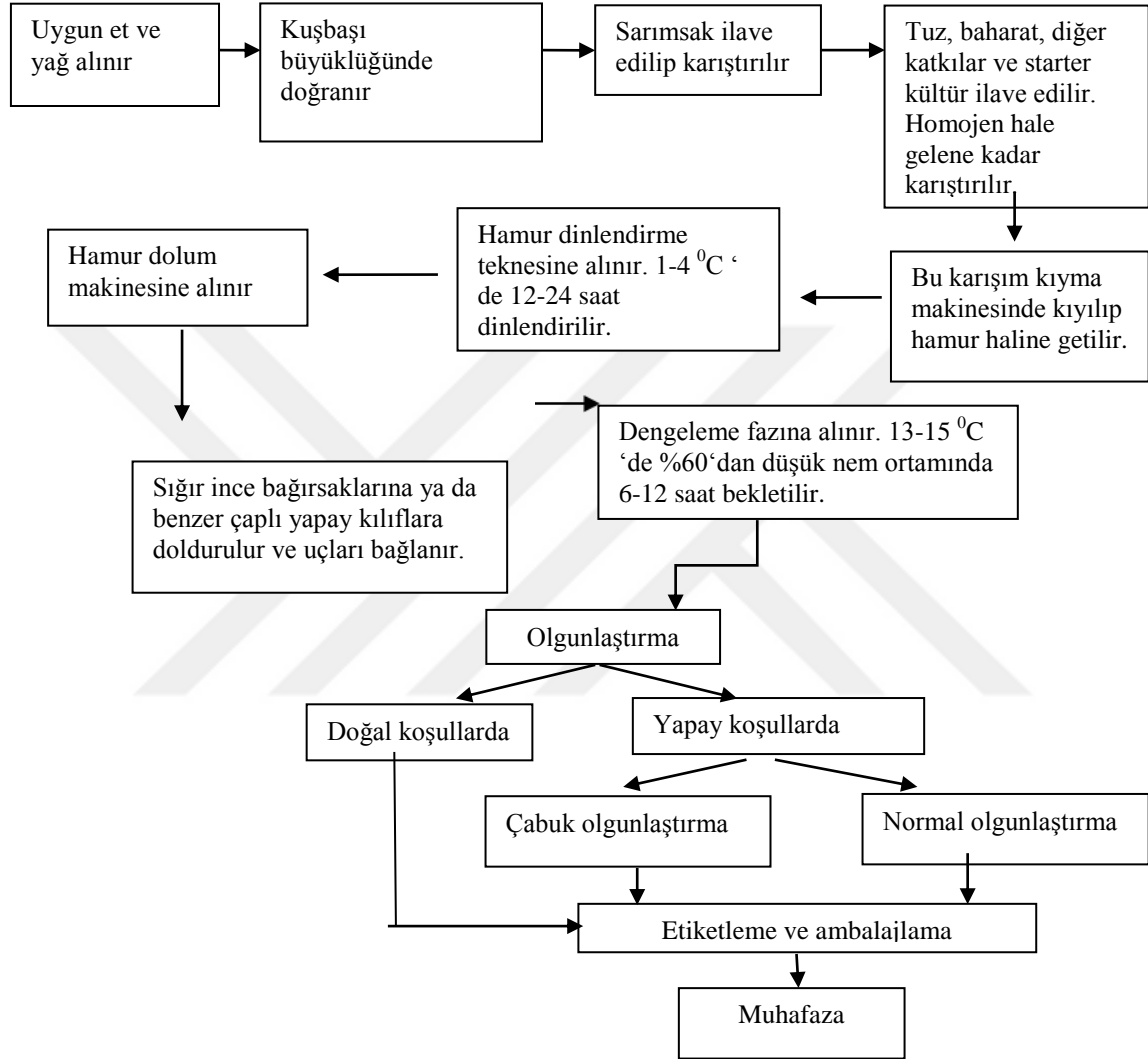
Fermente sucuk üretiminde ülkemiz koşullarında genellikle sığır ve manda etleri kullanılmakla birlikte, son yıllarda koyun etleri de bu amaçla kullanılmaktadır. Fermente sucuk üretiminde et seçimi çok önemli olmakla birlikte, sucuk üretiminde 3-7 yaşları arasında sağlıklı büyük baş hayvan etleri kullanılması gerekmektedir. Kesim

öncesi hayvanlar yorgun, susuz ve aç olmamalı, kesimden önce dinlendirilmelidir. Çok genç hayvanların etleri, yüksek oranda su içerdikleri ve açık renkli oldukları için kullanılmaması gerekir. Zira çok genç hayvanların etlerinin yüksek oranda su içermesi sucuğun olgunlaştırılması sırasında bazı problemlere neden olur ve fire kaybına sebebiyet vermektedir. Sucuk yapılacak etler pH 5,4-5,8 arasında olmalıdır. Düşen pH derecesine bağlı olarak etin su tutma özelliği azalmakta ve izoelektrik nokta da en düşük seviyeye ulaşmaktadır. pH düşük olan etlerde kuruma ve renk oluşumu daha çabuk şekillenmektedir (Anar 2010)

Türk kuru mayalanmış sucuk, küçük ölçekli işletmelerde havayla kurutma yoluyla geleneksel yöntemlerle Türkiye'nin çeşitli yerlerinde büyük miktarda üretilmektedir. Sucuk üretimi bölgesel olarak değişir ve farklı formülasyonlar mevcuttur. Birçok tüketici tarafından tercih edilen tarif: 90 kg kırmızı et (% 18 yağ), 20 kg kuyruk yağı, 2 kg tuz, 0,4 kg şeker (sakkaroz), 1 kg temiz kuru sarımsak, 0,7 kg orta acı kırmızıbiber, 0,5 kg toz karabiber, 0,9 kg kimyon, 0,25 kg yenibahar, 0,033 kg NaNO₃, 0,005 kg NaNO₂ ve 0,250 kg zeytinyağı veya bitkisel yağı karıştırdıktan sonra, sosis hamuru doğal kılıflara doldurulur ve iklim koşulları altında kurutulur. Türk usulü fermente edilmiş sosisler, doğal bitki örtüsü ile geleneksel olarak üretilir ve Türk usulü sosislerde baskın laktik organizmalar *Lactobacillus sake*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus curvatus* ve *Lactobacillus brevis*'dir. Türkiye'de üretilen mayalanmış sosisler iki gruba ayrılır; pastörize mayalanmış sosisler (ısı uygulaması gerekli) ve pastörize edilmemiş (ısı uygulaması yapılmaz). Son zamanlarda, genel olarak olgunlaşma süresini ve sosislerin mikrobiyal yükünü azaltmak ve dolayısıyla ürünün raf ömrünü artırmak için ısı uygulaması yapılmaktadır. Salam, biberli ve cenova, pastörize edilmemiş Türk usulü mayalanmış sosis ile benzer mayalanmış sosis türleri olarak kabul edilir. Fermente et ürünlerinin herhangi bir ısı işlem görmemiş sıhhi durumu, sadece mayalanma ve kurutma işlemleriyle düzenlenir, çünkü et endüstrilerinin yürüttüğü işlemler ette patojenlerin bulunmamasını garanti edemez (Kök vd. 2006).

Türkiye'deki sosislerin hem ustalık usulleriyle hem de endüstriyel ölçekte üretilmelerine rağmen, farklı şirketler ve endüstriler tarafından üretilen sosislerde tekdüzelik eksikliği vardır ve nitelikleri çok değişkendir. Geleneksel olarak fermantasyon işlemine tabi

tutulurlar ve ortam sıcaklığında 7-14 gün kurutulurlar. Sucuk fermentasyonu, doğal et mikroflorasının mikroorganizmaları ile gerçekleştirilir. Kaliteli sucuk genellikle % 40–35 su, % 30 yağ, % 30 protein,% 2 NaCl içerir ve pH değeri 5,6 ile 4,8 arasındadır (Kamber ve Gulbaz 2008).



Şekil 2.2 Fermente sucuk üretim şeması (Arslan 2002).

Çizelge 2.1 Sucuk Hamuru Formülleri (Anar 2017).

SUCUK HAMUR FORMÜLLERİ			
Formül I (100 kg et+ yağ için)*		Formül II (100 kg et + yağ karışımı için)**	
Et (%18 yağlı)	90 kg	Et + yağ	100 kg
Yağ	10 kg	NaNO ₃	TGK' ne göre
Tuz	2 kg	Karabiber	300-500 g
Sarımsak	1 kg	kırmızı biber	300-500 g
Kırmızı biber (orta acı)	0,7 kg	Kimyon	200-400 g
Karabiber	0,5 kg	yenibahar	200-400 g
Kimyon	0,9 kg	Sarımsak	400-1000 g
Yenibahar	0,25 kg	Askorbik asit	50 g
NaNO ₃	TGK' ne göre	Şeker	500-1000 g
Şeker	0,6 kg		
Formül III ***			
Et	% 85		
Yağ	% 15		
Tuz	% 2-3,2		
Sarımsak	% 0,4-1,0		
Kırmızı biber	% 0,6-1,5		
Karabiber	% 0,3-0,7		
Kimyon	% 0,6-1,5		
Yenibahar	% 0,3-0,6		
NaNO ₃	TGK' ne göre		
Şeker	% 0,4-1		

* Gökalp vd. 1999

** Öztan 2003

*** Yıldırım 1996.

2.2 Sucuk Çeşitleri

TS 1070 Türk Sucuğu Standardı'na göre sucuklar şekillerine göre:

- Kangal, yarım kangal,
- Çubuk (Baton)
- Parmak, muska
- Dilim olmak üzere 4 çeşide ayrılır. Çizelge 2.2'de sucukların çeşit özellikleri verilmiştir.

Çizelge 2.2 Şekillerine göre sucuk çeşitleri.*

Kangal sucuk, Yarım kangal sucuk	Sucuk hamurunun kılıfa doldurulması ve iki ucunun bağlanmasından sonra halka şeklinde kıvrılarak askıda bekletilen ve merdanelenmeyen sucuk
Baton (Çubuk) Sucuk	Sucuk hamurunun kılıfa doldurulması ve iki ucunun bağlanmasından sonra kıvrılmadan askıda bekletilen ve merdanelenmeyen sucuklardır.
Parmak sucuk, Muska Sucuk	Sucuk hamurunun kılıfa doldurulmasından sonra, 12-14 cm aralıklarla boğumlanan, bir süre askıda bekletilmesinden sonra merdane ile yassılaştıran sucuklardır.
Dilim Sucuk	Kangal, çubuk veya parmak sucukların en çok 5 mm kalınlığında, yuvarlak veya oval şeklinde dilimlenerek vakumla paketlenen sucuklardır.

*TS 1070, 2002.

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

Bu çalışmada Afyonkarahisar ilinde Türk Gıda Kodeksi Et ve Et ürünleri Tebliği (Tebliğ no: 2012/74 ve Tebliğ no: 2015/7) uyarınca Tarım ve Orman Bakanlığı'ndan sucuk üretimi için işletme onay belgesi bulunan 30 işletmeden ısıl işlem uygulanarak veya geleneksel yöntemle üretilmiş dana sucuk örnekleri kullanılmıştır. Bu amaçla, farklı üretim tarihleri dikkate alınarak 2 tekerrürlü olacak şekilde sucuk örnekleri satış noktalarından temin edilip, polietilen torbalarda ağızları kapalı olarak soğuk zinciri bozulmadan laboratuvara getirilmiş ve buzdolabı koşullarında +4 °C'de muhafazaya alınmıştır.

3.2 Metod

3.2.1 pH Tayini

Fermantasyon ve olgunlaşma aşamalarında, laktik asit bakterileri (LAB), birincil enerji kaynakları olan glikozu, pH düşmesini sağlayan ana bileşik olan laktik aside dönüştürmektedirler (Bover-Cid *et al.* 2001). Bu asidikasyon, rekabetçi mikroorganizmalara sahip olan ve fermente edilmiş sosislerin tipik organoleptik özelliklerinin gelişmesine katkıda bulunan koruyucu bir etkiye sahiptir.

Et ve et ürünlerinde pH'nın ölçümüne geçmeden önce, pH metrenin açıp-kapama düğmesi açılarak pH metre 15 dakika dengeye getirildi. Alet, kataloğundaki bilgiler doğrultusunda, pH 4,0 ve pH 7,0 buffer (tampon) çözeltiler ile standardize edildi. Et ve et ürünlerinin pH'sı genellikle 6,50 civarında veya aşağısında olduğundan standardizasyonda kullanılacak tamponların pH'sı bu civarlarda olmasına dikkat edilmiştir.

1. Homojen bir şekilde 10 g sucuk örneği uygun bir erlen içerisinde tartıldı.
2. Üzerine 100 mL distile saf su ilave edildi.
3. Uygun bir homojenizatör kullanılarak, örneği 1 dakika iyice ezildi ve homojenize edildi.
4. Standardize edilmiş pH metrenin (Ohaus, starter 3100) elektrotları örnek içerisine daldırıldı. Alet çalıştırılarak 0,01 hassasiyetle okuma yapıldı (Gökalp vd. 2001).

3.2.2 Kuru Madde Tayini

105 °C'deki etüvde kurutulup daha önceden darası alınmış kuru madde kaplarına yaklaşık 5 g numune tartılarak 105 °C'deki etüvde sabit tartıma kadar kurutuldu. Tartım farklarından örnekteki % rutubet miktarı hesaplanarak kuru madde miktarı bulunmuştur. Sucuğun nem oranındaki düşüşün etkisiyle kuru madde oranını arttırması, yağ oranının nisbi artışı üzerinde etkili olmuştur (Dilber 2012).

3.2.3 Kül Tayini

Sucuk örneklerinin kül içeriği (AOAC 2006)'ya göre belirlenmiştir. Üç gram sucuk numunesi kurutulmuş ve önceden tartılmış bir porselen krozeye tartıldı. Numune kül fırınına (Elektromag M 1811) yerleştirildi ve numune artığı açık gri-beyaz olana kadar 550 °C'de yakıldı. Bir desikatörde soğutulduktan sonra ağırlık kaydedildi. Kül içeriği denklemdaki gibi hesaplandı.

$$\% \text{ kül} = \frac{M_1 - M_2}{m} \times 100 \quad (3.1)$$

M1= Alınan örnek ağırlığı + kroze kabının ağırlığı

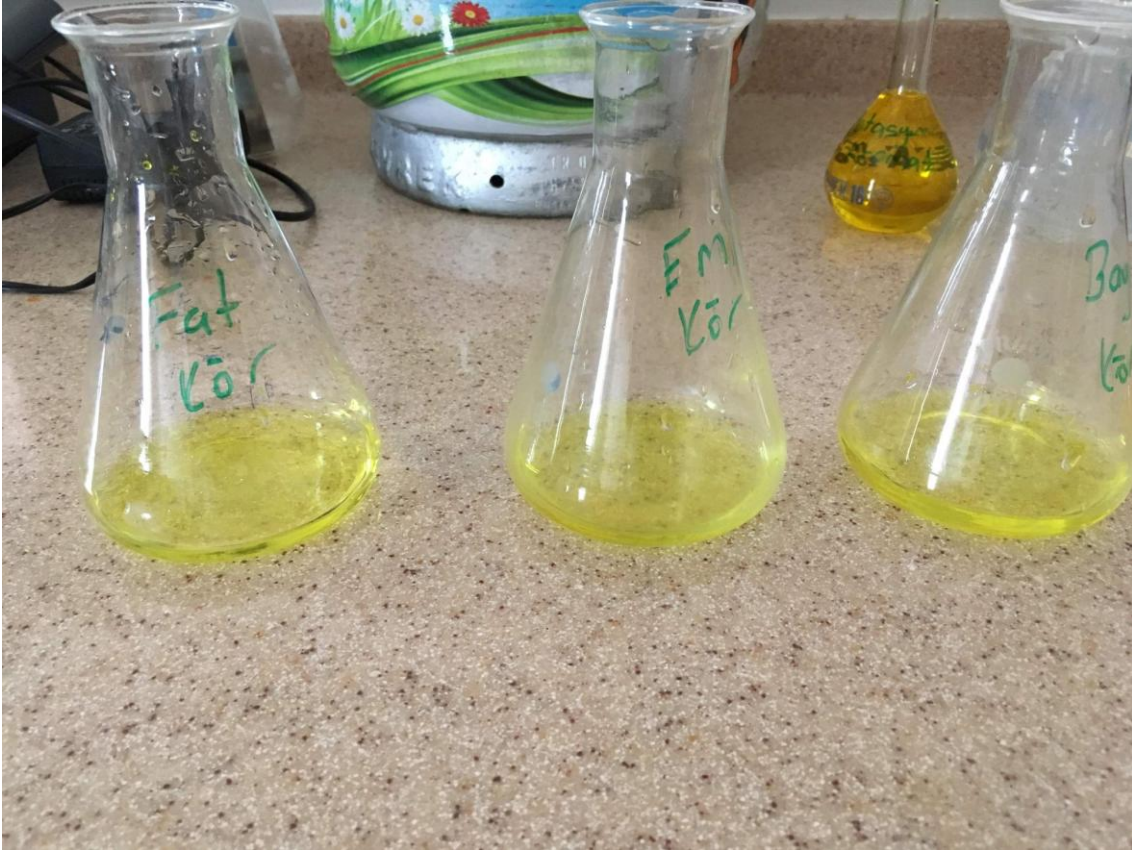
M2= Kurutulmuş örnek + kroze ağırlığı

m= Numune ağırlığı

3.2.4 Protein Tayini

Örneklerin % azot miktarları Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiş ve 6,25 faktörü ile çarpılarak % protein miktarı hesaplanmıştır (Anonim 2000).

$$\% \text{ Protein} = \frac{[(\text{Örnek} - \text{Kör}) * F * 0.014 * 6.25]}{\text{Örnek Ağırlığı}} \quad (3.2)$$



Resim 3.1 Titrasyon işlemi sonrası kör numune.

3.2.5 Yağ Tayini

Numunelerin yağ miktarları, suyu uzaklaştırılarak kurutulan örneklerde Soxhlet yöntemi kullanılarak belirlenmiş ve % olarak hesaplanmıştır. Yağ çözücü olarak n-hexane kullanılmıştır (Anonim 2000).



Resim 3.2 Soxhelet düzeneği.

3.3.6 Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizler için 10 g örnek alınmış ve üzerine 90 mL steril fizyolojik su (% 0,85 NaCl) ilave edilerek Stomacher (Lab Stomacher Blander 400-BA 7021, Seward medical)'de homojenize edilmiştir. Bu homojenizattan 1 mL alınarak uygun dilüsyonlar hazırlanmıştır. Araştırmada bütün ekimler paralelli olarak çalışılmıştır ve sonuçlar log kob/g olarak verilmiştir.

3.3.6.1 Toplam Mezofil Aerobik Bakteri (TMAB) Sayımı

Uygun dilüsyonlar steril petri kutularına dökme yöntemiyle ekim işlemi yapılmıştır. Besiyeri olarak Plate Count Agar (Merck) kullanılmış olup, petri kutuları 30 °C'de 72

saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası gelişen koloniler sayılmıştır (Anonim 1998).

3.3.6.2 *Staphylococcus aureus* Sayımı

Uygun dilüsyonlarda Baird Parker Agar (BP Agar, 1.10275, Merck) besiyeri yüzeyine yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Petri kutuları 35 °C'de 48 saat anaerobik şartlarda inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda çapı 1 mm'nin üzerinde olan koloniler sayılarak *Staphylococcus aureus* sayısı tespit edilmiştir (Sağdıç vd. 2011).

3.3.6.3 Maya ve Küf Sayımı

Maya ve küf sayımı için sterilizasyondan sonra Potato Dextrose Agar (PDA, 1.10130, Merck) besiyeri kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemine göre ekim yapıldıktan sonra 25 °C'de 5 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda gelişen maya ve küf kolonileri sayılarak örneklerin içerikleri belirlenmiştir (Anonim 2001).

3.3.6.4 Laktik asit bakterisi (LAB) sayımı

Steril plaklara uygun dilüsyonlarda ekim yapılmış ve Man Rogosa Sharpe (MRS, Merck, Almanya) Agar besiyeri kullanılarak dökme plak ile paralel ekim yapılmıştır. Plaklar, 30 °C'de 72 saat inkübe edilmiştir. Süre sonunda tipik koloniler laktik asit bakterisi olarak sayılmıştır (AOAC 1998).

3.3.6.5 Toplam Koliform Bakteri Sayımı

Analiz için Violet Red Bile Agar (VRB, Merck, Almanya) kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan besiyerine ekim yapılmıştır. Petripler 37 °C'de 24 saat boyunca inkübe edilmiştir. Besiyerinde gelişen 1mm' den büyük kırmızı-pembe renkli koloniler sayılmıştır (Sağdıç vd. 2011).

3.3.7 Renk analizi

Sucuk örneklerinin renk analizleri Konika Minolta (Chroma meter CR-400) cihazı ile yapılmış ve renk ölçümleri hem iç kesit gem de yan yüzeylerinden 3 paralelli olacak şekilde yapılmıştır. Ölçülen renk özellikleri olan L* (0: koyuluk, 100: açıklık), a* (-

:yeşillik, + : kırmızılık) ve b* (-:mavilik , +: sarılık) değerleri olarak verilmiştir.

3.3.8 Tuz analizi

Tuz içeriği Mohr yöntemine göre kül numuneleri kullanılarak belirlenmiştir. Örnekler 100 mL sıcak damıtılmış su içinde çözülmüş ve süzülerek erlenmayer şişesine aktarılmıştır. Aynı işlem beş kez tekrar edildi. Daha sonra oda sıcaklığında 500 mL'ye damıtılmış su ile su seviyesi tamamlandı ve bu çözeltinin 25 mL'si bir erlenmayer balonuna aktarıldı. K_2CrO_4 %5'lik çözeltisi (0,5 mL) eklenmiş ve kırmızı renk oluşana kadar 0,1 N $AgNO_3$ ile titrasyon yapılmıştır (Kirk and Sawyer 1991).

$$\% Tuz = \frac{[(V1-V2) \times 0.585 \times F]}{P} \quad (3.3)$$

V1: Örnek çözeltisi ile yapılan deneyde kullanılan 0,1 N $AgNO_3$ miktarı (mL)

V2: Distine su ile yapılan deneyde kullanılan 0,1 N $AgNO_3$ miktarı (mL) kullanılır

P: Titrasyona dahil olan numune miktarı

F: 0,1 N $AgNO_3$ faktörü

3.3.9 İstatistiksel Değerlendirme

Araştırmada örneklerde yapılan analizlerin sonuçları SPSS 20.0 (SPSS Inc, USA) istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır.

4.BULGULAR

4.1 Geleneksel Sucukların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Bu araştırmada Afyonkarahisar Bölgesindeki geleneksel olarak üretilen 30 marka temin edilmiş ve sucuk örnekleri vakit geçirilmeden laboratuvara getirilerek kuru madde, kül, tuz, protein, yağ, renk analizleri ile birlikte mikrobiyolojik özellikleri (TMAB, LAB, toplam koliform ve maya-küf sayıları) belirlenmiştir. Bu analizlere ait sonuçlar çizelgeler de verilmiştir.

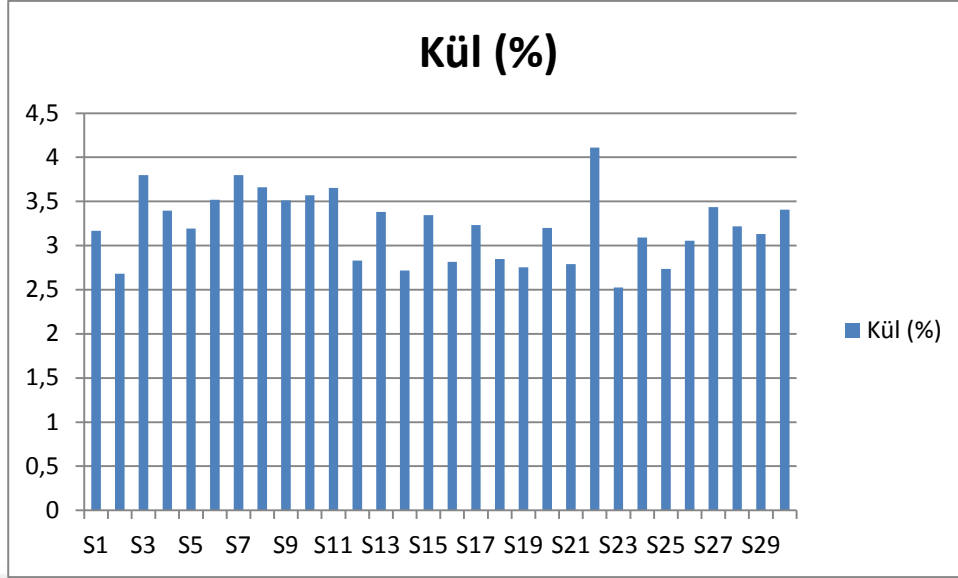
4.1.1 Kül Değerleri

Numunelerin kül oranları miktarlarına ait sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Kül analizi değerleri.

Örnek	Sonuçlar (%)
S1	3,166 ^{c,d,e,f,g,h} ± 0,0028284
S2	2,6814 ^{h,i} ± 0,0072125
S3	3,8003 ^{a,b} ± 0,0001414
S4	3,3956 ^{b,c,d,e} ± 0,1549978
S5	3,19415 ^{c,d,e,f,g,h} ± 0,0164756
S6	3,51875 ^{b,c,d} ± 0,0088388
S7	3,79915 ^{a,b} ± 0,0044548
S8	3,6592 ^{a,b,c} ± 0,0028284
S9	3,5105 ^{b,c,d} ± 0,059397
S10	3,56875 ^{a,b,c,d} ± 0,0144957
S11	3,65445 ^{a,b,c} ± 0,01111016
S12	2,8295 ^{e,f,g,h,i} ± 0,0322441
S13	3,38155 ^{b,c,d,e,f} ± 0,06965
S14	2,71765 ^{h,i} ± 0,0065761
S15	3,346 ^{b,c,d,e,f,g} ± 0,0618011
S16	2,8164 ^{f,g,h,i} ± 0,0210718
S17	3,2314 ^{b,c,d,e,f,g,h} ± 0,0070711
S18	2,84855 ^{e,f,g,h,i} ± 0,0053033
S19	2,7549 ^{h,i} ± 0,0640639
S20	3,2003 ^{c,d,e,f,g,h} ± 0,7000357
S21	2,7905 ^{g,h,i} ± 0,0137179
S22	4,1107 ^a ± 0,0148492
S23	2,5272 ⁱ ± 0,0070711
S24	3,08965 ^{c,d,e,f,g,h,i} ± 0,01492
S25	2,73465 ^{h,i} ± 0,0067175
S26	3,056 ^{d,e,f,g,h,i} ± 0,06557609
S27	3,43715 ^{b,c,d} ± 0,0211425
S28	3,2189 ^{c,d,e,f,g,h} ± 0,0265872
S29	3,13165 ^{c,d,e,f,g,h} ± 0,0276479
S30	3,40515 ^{b,c,d,e} ± 0,2192738

* Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır. S: Sucuk örneğidir. ^{a,b,c,d,e} : Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).



Şekil 4.1 Kül analizi değerleri

Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi kül oranı en yüksek değere sahip olan S22 numaralı örnek % 4,11, en düşük değere sahip olan örnek ise S23 numaralı örnek % 2,52 olmuştur.

4.1.2 Renk Değerleri

Afyonkarahisar ilinde işletme onay belgesi bulunan 30 adet sucuk işletmesinin satış noktasından temin edilen sucuk örneklerinin iç kesit ve yan yüzey L* (açıklık/koyuluk), a* (kırmızılık), b* (sarılık) renk değerleri sırası ile Çizelge 4.2, 4.3 ve 4.4’de verilmiştir. Poçan vd. 2015’in araştırmasında fermente sucukların iç kesit a* değerleri ısıtılmış sucukların iç kesit a* değerlerinden genel olarak yüksek bulunmuştur. Fermente ve ısıtılmış sucuklarda kullanılan hammaddelerin (et, yağ, baharatlar, katkı maddeleri), üretim boyunca uygulanan işlemlerin (sıcaklık, fermantasyon süresi, çevre sıcaklığı) ve tüketime kadar süreçteki bekleme koşullarının değişik firmaların ürettiği sucukların kimyasal ve fiziksel özellikleri arasında farklılık yarattığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.2.’de görüldüğü üzere L değeri en yüksek değere sahip olan S8 numaralı örnek 55,83, en düşük değere sahip örnek ise S13 numaralı örnek 42,85 olmuştur. Çizelge 4.3 incelendiğinde a* değeri bakımından en yüksek değere sahip S13 numaralı

örnek 30,32, en düşük değere sahip örnek ise S17 numaralı örnek 15,28 olmuştur. Çizelge 4.4 incelendiğinde b* en yüksek değere sahip örnek S20 numaralı örnek 26,19, en düşük değere sahip örnek ise S19 numaralı örnek 13,21 olmuştur.

Türk sucuğu üzerinde yaptığımız çalışmada bulunan ortalama L, a ve b değerleri 48.98, 25.49, 19.07' dir. Geleneksel Türk sucuğu üzerinde yapılan araştırmalar sonucu bulunan L, a ve b değerleri sırasıyla 31.69- 40.47, 5.46- 16.58, 9.32- 16.76 (Turhan *et al.* 2010), 32.05- 50.00, 13.66- 36.63, 6.67- 20.54 (Aksu ve Kaya 1999), 44.8, 9.01, 7.86 (Kayardı *et al.* 2003), 28.02, 7.00, 8.11 (Bozkurt ve Bayram 2006), 48.59- 49.61, 14.3- 15.80, 10.77-12.34 (Ertaş 2006) şeklindedir.

Çizelge 4.2, 4.3 ve 4.4'de görüldüğü üzere ısı işlem görmüş sucukların L*,a*, b* değerleri arasındaki farklılığın sebebinin ısı işlemin renk üzerine etkisinden çok ürün bileşimi, kullanılan katkı ve fermantasyon koşullarından kaynaklı olduğu düşünülmektedir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.2 L* değerleri.

Örnek	Sonuçlar
S1	52,945 ^{a,b,c} ± 0,7141778
S2	49,58 ^{a,b,c,d,e} ± 0,1979899
S3	50,605 ^{a,b,c,d,e} ± 0,7141778
S4	48,47 ^{a,b,c,d,e} ± 7,3397684
S5	49,765 ^{a,b,c,d,e} ± 0,9545942
S6	49,535 ^{a,b,c,d,e} ± 1,7324116
S7	49,11 ^{a,b,c,d,e} ± 0,1838478
S8	55,835 ^a ± 1,9021172
S9	48,115 ^{a,b,c,d,e} ± 2,5102291
S10	46,64 ^{b,c,d,e} ± 0,7353911
S11	48,34 ^{a,b,c,d,e} ± 1,5132085
S12	50,955 ^{a,b,c,d,e} ± 1,101576
S13	42,85 ^e ± 0,0565685
S14	44,98 ^{c,d,e} ± 1,1030866
S15	46,595 ^{b,c,d,e} ± 2,3263813
S16	49,74 ^{a,b,c,d,e} ± 0,1838478
S17	46,415 ^{b,c,d,e} ± 3,6415999
S18	54,595 ^{a,b} ± 0,5303301
S19	48,605 ^{a,b,c,d,e} ± 0,5020458
S20	44,06 ^{d,e} ± 0,5798276
S21	48,52 ^{a,b,c,d,e} ± 1,9657569
S22	53,925 ^{a,b} ± 1,3081475
S23	43,675 ^{d,e} ± 0,9545942
S24	51,35 ^{a,b,c,d} ± 0,7353911
S25	51,66 ^{a,b,c,d} ± 0,6505382
S26	48,05 ^{a,b,c,d,e} ± 3,4223968
S27	47,045 ^{b,c,d,e} ± 3,132483
S28	51,075 ^{a,b,c,d,e} ± 0,1626346
S29	49,3 ^{a,b,c,d,e} ± 0,4101219
S30	47,225 ^{b,c,d,e} ± 0,8273149

* Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır. S: Sucuk örneğidir. ^{a,b,c,d,e}: Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p > 0,05).

Çizelge 4.3 a* değerleri.

Örnek	Sonuçlar
S1	20,825 ^{c,d} ± 4,0800061
S2	25,825 ^{a,b,c} ± 2,7930718
S3	24,82 ^{a,b,c} ± 2,7860007
S4	25,755 ^{a,b,c} ± 1,3081475
S5	25,88 ^{a,b,c} ± 0,0707107
S6	27,98 ^{a,b,c} ± 0,0565685
S7	25,05 ^{a,b,c} ± 1,2727922
S8	24,84 ^{a,b,c} ± 1,2303658
S9	26,235 ^{a,b,c} ± 1,1950105
S10	25,79 ^{a,b,c} ± 2,192031
S11	23,97 ^{a,b,c} ± 0,1414214
S12	26,21 ^{a,b,c} ± 0,3959798
S13	30,32 ^a ± 1,1313708
S14	27,07 ^{a,b,c} ± 0,9616652
S15	27,735 ^{a,b,c} ± 0,0070711
S16	25,045 ^{a,b,c} ± 2,4819448
S17	15,28 ^d ± 2,6728636
S18	26,065 ^{a,b,c} ± 1,039447
S19	26,745 ^{a,b,c} ± 0,4879037
S20	28,96 ^{a,b} ± 1,2445079
S21	26,585 ^{a,b,c} ± 1,873833
S22	22,435 ^{b,c,d} ± 0,3181981
S23	24,1 ^{a,b,c} ± 0,7071068
S24	26,56 ^{a,b,c} ± 1,5839192
S25	24,685 ^{a,b,c} ± 2,1142493
S26	25,035 ^{a,b,c} ± 4,376991
S27	22,515 ^{b,c,d} ± 0,8414571
S28	28,92 ^{a,b} ± 1,4000714
S29	25,945 ^{a,b,c} ± 2,3829499
S30	27,535 ^{a,b,c} ± 0,516188

* Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır. S: Sucuk örneğidir. ^{a,b,c,d} : Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).

Çizelge 4.4 b* sayısı değerleri.

Örnek	Sonuçlar
S1	21,205 ^{a,b,c} ± 0,3323402
S2	17,89 ^{b,c,d} ± 0,1272792
S3	19,41 ^{a,b,c,d} ± 2,0081833
S4	21,445 ^{a,b,c} ± 3,853732
S5	21,65 ^{a,b,c} ± 0,9050967
S6	15,95 ^{c,d} ± 0,06081118
S7	18,945 ^{a,b,c,d} ± 1,5909903
S8	25,89 ^a ± 1,3152186
S9	19,055 ^{a,b,c,d} ± 2,085965
S10	18,15 ^{b,c,d} ± 1,8667619
S11	15,43 ^{c,d} ± 0,6646804
S12	20,29 ^{a,b,c,d} ± 0,6788225
S13	20,565 ^{a,b,c,d} ± 1,5768481
S14	18,015 ^{b,c,d} ± 2,3122392
S15	16,86 ^{c,d} ± 0,0565685
S16	13,39 ^d ± 2,3900209
S17	18,67 ^{a,b,c,d} ± 1,8950462
S18	20,38 ^{a,b,c,d} ± 0,3818337
S19	13,215 ^d ± 0,0353553
S20	26,19 ^a ± 6,7175144
S21	17,155 ^{c,d} ± 0,2616295
S22	20,565 ^{a,b,c,d} ± 1,774838
S23	20,12 ^{a,b,c,d} ± 0,3676955
S24	20,8 ^{a,b,c,d} ± 0,212132
S25	25,285 ^{a,b} ± 0,8838835
S26	17,925 ^{b,c,d} ± 1,675831
S27	16,895 ^{c,d} ± 0,7424621
S28	17,63 ^{b,c,d} ± 0,2404163
S29	16,595 ^{c,d} ± 0,205061
S30	16,605 ^{c,d} ± 0,8273149

* Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır. S: Sucuk örneğidir. ^{a,b,c,d} : Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).

4.1.3 pH Tayini

Sucuk üretiminde fermantasyon ve olgunlaştırma aşamalarında, laktik asit bakterileri öncelikle enerji kaynakları olan glukozu, pH düşmesine sebep olan en önemli bileşen olan laktik aside çevirmektedirler (Bover-Cid *et al.* 2001). Sucuklarda laktik asit bakterilerinin laktik asit üretimiyle pH değeri azalmakta, su kaybı artıp ürün daha kısa sürede kurumakta, nitrit parçalanması, istenen renk ve aroma oluşumu hızlanmakta ve mikrobiyal bozulmalar önlenmektedir (Gökalp vd. 1997). Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2012/74)'ne göre fermente sucukta pH değeri en yüksek 5,4; ısıtılmış sucukta ise pH değeri en yüksek 5,6 olmalıdır (Anonim 2012).

Afyonkarahisar ilinde işletme onay belgesi bulunan 30 adet sucuk satış noktasından temin edilen sucuk örneklerine ait ortalama pH değerleri Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5'deki değerlerde de görüldüğü gibi sucuk örneklerinin ortalama pH değerleri 5,11 ile 6,82 arasında değişmektedir. Sucuk örneklerinin ortalama pH değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur. Farklılığın belirlenmesi amacıyla yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda S1, S14, S16, S18, S25 örnekleri hariç diğer örneklerin pH değerleri belirtilen değerlere göre yüksek olduğu görülmüştür.

Kesimden sonra etin pH değeri 7,1-7,3 değerleri arasında olup, 6-8 saat sonra pH değeri 5,6-5,7'lere düşmektedir. Çalışılan bazı sucuk örneklerinde ölçülen yüksek pH değerinin, hammadde olarak rigor motris yani ölüm sertliğini tamamlamamış veya pH'sı ve su tutma kapasitesi yüksek olan DFD (Kuru Sert Koyu) et kullanımından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.5 pH değerleri.

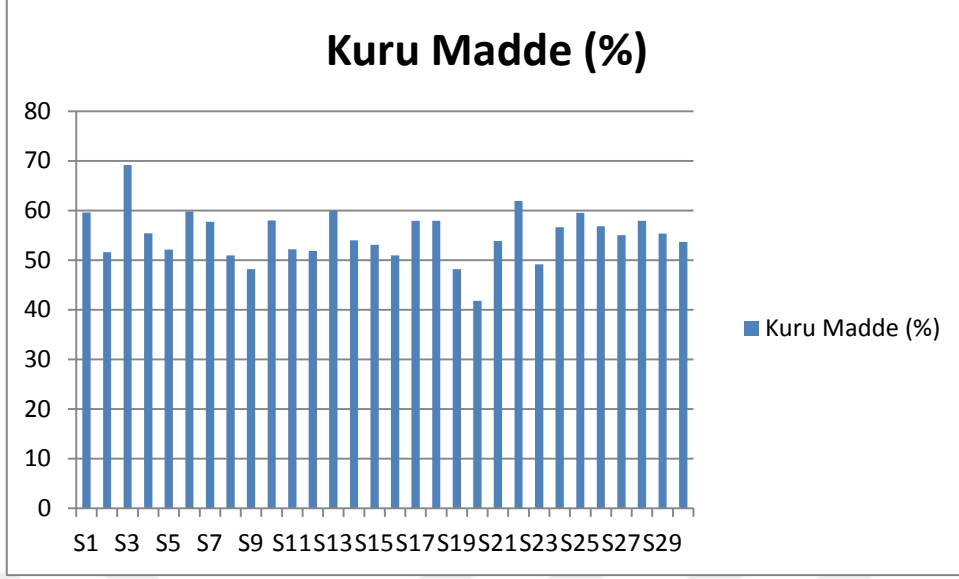
Örnek	Sonuçlar
S1	5,485 ^o ± 0,0919239
S2	6,125 ^{k,l} ± 0,0353553
S3	5,875 ⁿ ± 0,0070711
S4	6,04 ^{l,m,n} ± 0,0282843
S5	6,11 ^{k,l,m} ± 0,0141421
S6	6,335 ^{h,i,j} ± 0,0212132
S7	6,21 ^{i,j,k,l} ± 0,0141421
S8	6,73 ^{a,b,c} ± 0,0141421
S9	6,635 ^{a,b,c,d} ± 0,0212132
S10	6,14 ^{k,l} ± 0,0282843
S11	6,615 ^{b,c,d,e} ± 0,0212132
S12	6,29 ^{h,i,j,k} ± 0,0141421
S13	6,755 ^{a,b} ± 0,0212132
S14	5,11 ^p ± 0,0141421
S15	6,75 ^{a,b} ± 0,0141421
S16	5,66 ^o ± 0,0282843
S17	5,925 ^{m,n} ± 0,070711
S18	5,14 ^p ± 0,0282843
S19	6,16 ^{j,k,l} ± 0,0282843
S20	6,525 ^{d,e,f,g} ± 0,0070711
S21	6,35 ^{g,h,i} ± 0,0424264
S22	6,44 ^{e,f,g,h} ± 0,0282843
S23	6,47 ^{d,e,f,g,h} ± 0,0282843
S24	6,53 ^{d,e,f,g} ± 0,0141421
S25	4,81 ^q ± 0,0141421
S26	6,72 ^{a,b,c} ± 0,0141421
S27	6,82 ^a ± 0,0141421
S28	6,555 ^{c,d,e,f} ± 0,0070711
S29	6,635 ^{a,b,c,d} ± 0,0212132
S30	6,37 ^{f,g,h,i} ± 0,1979899

* Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır. S: Sucuk örneğidir. ^{a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m,n,o,p,q} : Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).

Çizelge 4.6 Kuru Madde Değerleri.

Örnek	Sonuçlar (%)
S1	59,625 ^{b,c} ± 0,5303301
S2	51,635 ^{h,i,j,k} ± 1,6617009
S3	69,115 ^a ± 0,940452
S4	55,435 ^{d,e,f,g,h} ± 0,7566043
S5	52,11 ^{h,i,j,k} ± 1,2445079
S6	59,815 ^{b,c} ± 1,6758431
S7	57,7 ^{c,d,e,f} ± 1,3152186
S8	50,975 ^{i,j,k} ± 0,72832
S9	48,175 ^k ± 0,72832
S10	57,965 ^{b,c,d,e} ± 0,1484924
S11	52,21 ^{h,i,j,k} ± 0,0282843
S12	51,85 ^{h,i,j,k} ± 0,8768124
S13	59,95 ^{b,c} ± 0,3959798
S14	53,965 ^{e,f,g,h,i} ± 0,3747666
S15	53,115 ^{g,h,i,j} ± 1,251579
S16	50,955 ^{e,f,g,h,i} ± 0,7141778
S17	57,935 ^{i,j,k} ± 0,9970206
S18	57,935 ^{b,c,d,e} ± 0,9970206
S19	48,19 ^k ± 0,7636753
S20	41,83 ^l ± 0,5656854
S21	53,87 ^{e,f,g,h,i} ± 0,3535534
S22	61,93 ^b ± 0,0989949
S23	49,175 ^{j,k} ± 1,3364318
S24	56,615 ^{c,d,e,f,g} ± 0,8697413
S25	59,535 ^{b,c,d} ± 1,8455487
S26	56,845 ± 1,0253048
S27	55,005 ^{e,f,g,h,i} ± 0,6576093
S28	57,94 ^{b,c,d,e} ± 0,5374012
S29	55,345 ^{e,f,g,h} ± 0,6151829
S30	53,645 ^{f,g,h,i} ± 0,5020458

* Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır. S: Sucuk örneğidir. ^{a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m,n,o,p,q} : Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).



Şekil 4.3 Kuru Madde Değerleri.

4.1.5 Yağ Değerleri

İncelenen sucukların ortalama yağ oranlarına ait sonuçlar Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çizelge 4.7’de görüldüğü gibi yağ oranı en yüksek değere sahip olan S27 numaralı örnek % 44,005 en düşük değere sahip örnek ise S20 numaralı örnek %10,87 olmuştur.

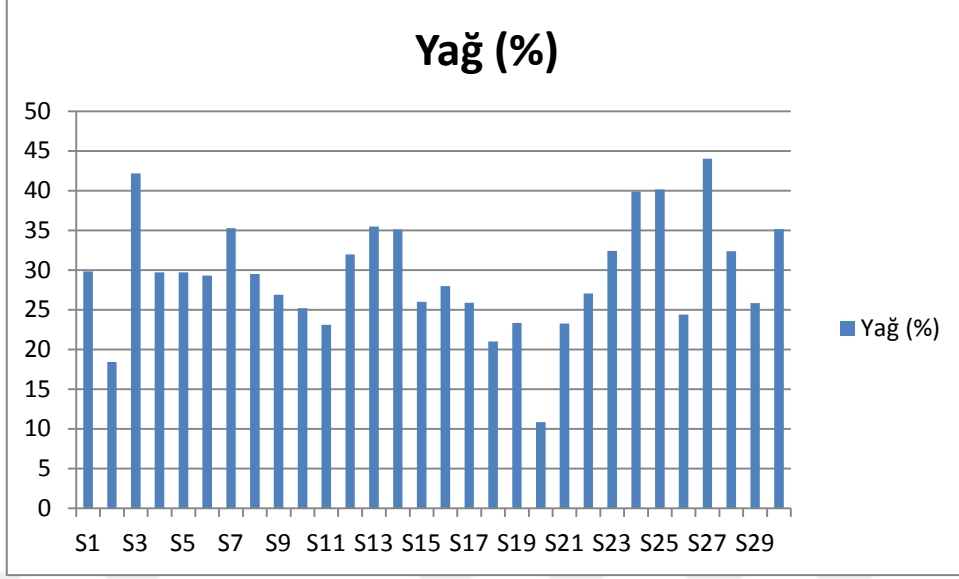
Sucuğa: tat, lezzet, aroma kazandırmak ve son üründe arzulan mozaik yapıyı oluşturmak gibi amaçlarla ilave edilen yağların çeşidi, miktarı ve muhafaza koşulları gibi parametreler özellikle son tüketim kalitesi açısından önemlidir.

Geleneksel sucukların yağ miktarlarının % 36,41-40,98 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir (Ertaş 1997). Geleneksel olarak ürettiği sucukların yağ miktarını % 30,28, ısıtma işlem uyguladığı sucukların yağ miktarını ise % 22,53 şeklinde belirlemiştir (Çoşkuner 2002). Sucuklardaki yağ oranlarının gerek düşük sıcaklıkta gerekse yüksek sıcaklıkta üretilen tüm sucuk gruplarında üretim sürecinde meydana gelen kurumaya bağlı olarak yağ miktarlarında artış gözlemlendiğini bildirmiştir (Bilge 2010).

Çizelge 4.7 Yağ tayini değerleri.

Örnek	Sonuçlar (%)
S1	29,83 ^{g,h} ± 0,7212489
S2	18,44 ⁿ ± 0,0282843
S3	42,165 ^{a,b} ± 0,855992
S4	29,715 ^h ± 0,5727565
S5	29,725 ^h ± 0,544722
S6	29,33 ^h ± 0,4808326
S7	35,255 ^d ± 0,3747666
S8	29,505 ^h ± 0,7000357
S9	26,905 ^{i,j} ± 0,3040559
S10	25,195 ^{j,k,l} ± 0,3040559
S11	23,085 ± 0,0353553
S12	31,99 ^{f,g} ± 0,7212489
S13	35,48 ^d ± 0,7212489
S14	35,13 ^{d,e} ± 0,4949747
S15	26 ^{i,j,k} ± 0,0282843
S16	27,985 ^{h,i} ± 0,1484924
S17	25,865 ^{i,j,k} ± 0,205061
S18	21,015 ^m ± 0,0494975
S19	23,355 ^l ± 0,6576093
S20	10,87 ^o ± 0,9050967
S21	23,27 ^{l,m} ± 0,5374012
S22	27,035 ^{i,j} ± 0,0636396
S23	32,425 ^f ± 0,6576093
S24	39,85 ^c ± 0,3535534
S25	40,165 ^{b,c} ± 0,2757716
S26	24,4 ^{k,l} ± 0,7212489
S27	44,005 ^a ± 0,7848885
S28	32,39 ^{e,f} ± 0,1131371
S29	25,835 ^{i,j,k} ± 1,1667262
S30	35,16 ^{d,e} ± 0,0707107

* Çizelgedeki değerler 2 tekrerrün ortalamasıdır. S: Sucuk örneğidir. ^{a,b,c,d} : Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).



Şekil 4.4 Yağ tayini değerleri.

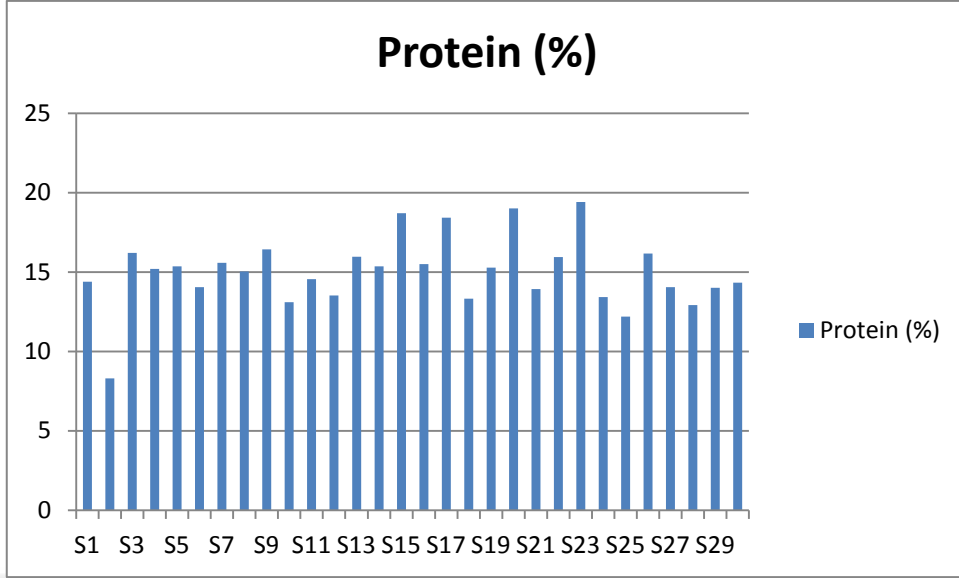
4.1.6 Protein Değerleri

Üretilen sucukların protein miktarlarının %8,31-19,41 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Yağ ilavesi arttıkça protein miktarının düştüğü gözlemlenmiştir. Sucukların yağ miktarı azaldıkça, protein miktarlarında meydana gelen artışın sebebi; az yağlı sucuklarda yağın sığır etiyle ikame edilmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Çalışmamızda tespit edilen protein miktarları, literatürdeki bulgulardan kısmen farklıdır. Bu durumun sucukların yağ miktarlarıyla ve kuruma düzeyinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.8 Protein değerleri.

Örnek	Sonuçlar (%)
S1	14,385 ^{a,b,c,d,e} ± 0,2474874
S2	8,31 ^f ± 7,2690577
S3	16,215 ^{a,b,c,d,e} ± 0,4596194
S4	15,195 ^{a,b,c,d,e} ± 0,3040559
S5	15,37 ^{a,b,c,d,e} ± 0,2404163
S6	14,055 ^{a,b,c,d,e,f} ± 0,0777817
S7	15,585 ^{a,b,c,d,e} ± 0,0919239
S8	15,035 ^{a,b,c,d,e} ± 0,205061
S9	16,435 ^{a,b,c,d,e} ± 0,6434672
S10	13,105 ^{c,d,e,f} ± 0,1484924
S11	14,55 ^{a,b,c,d,e} ± 0,4808326
S12	13,53 ^{b,c,d,e,f} ± 0,5939697
S13	15,965 ^{a,b,c,d,e} ± 0,1909188
S14	15,365 ^{a,b,c,d,e} ± 0,3181981
S15	18,7 ^{a,b,c} ± 0,3535534
S16	15,5 ^{a,b,c,d,e} ± 0,5374012
S17	18,42 ^{a,b,c,d} ± 0,4384062
S18	13,33 ^{b,c,d,e,f} ± 0,4525483
S19	15,27 ^{a,b,c,d,e} ± 0,3818377
S20	19,005 ^{a,b} ± 0,2192031
S21	13,925 ^{a,b,c,d,e,f} ± 0,106066
S22	15,95 ^{a,b,c,d,e} ± 0,4454773
S23	19,415 ^a ± 0,4454773
S24	13,43 ^{b,c,d,e,f} ± 0,060881118
S25	12,2 ^{e,f} ± 0,9899495
S26	16,175 ^{a,b,c,d,e} ± 0,2616295
S27	14,045 ^{a,b,c,d,e,f} ± 0,2474874
S28	12,925 ^{d,e,f} ± 0,106066
S29	14,005 ^{a,b,c,d,e,f} ± 1,0960155
S30	14,325 ^{a,b,c,d,e} ± 0,1626346

* Çizelgedeki değerler 2 tekrerrün ortalamasıdır. S: Sucuk örneğidir. ^{a,b,c,d}: Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).



Şekil 4.5 Protein değerleri.

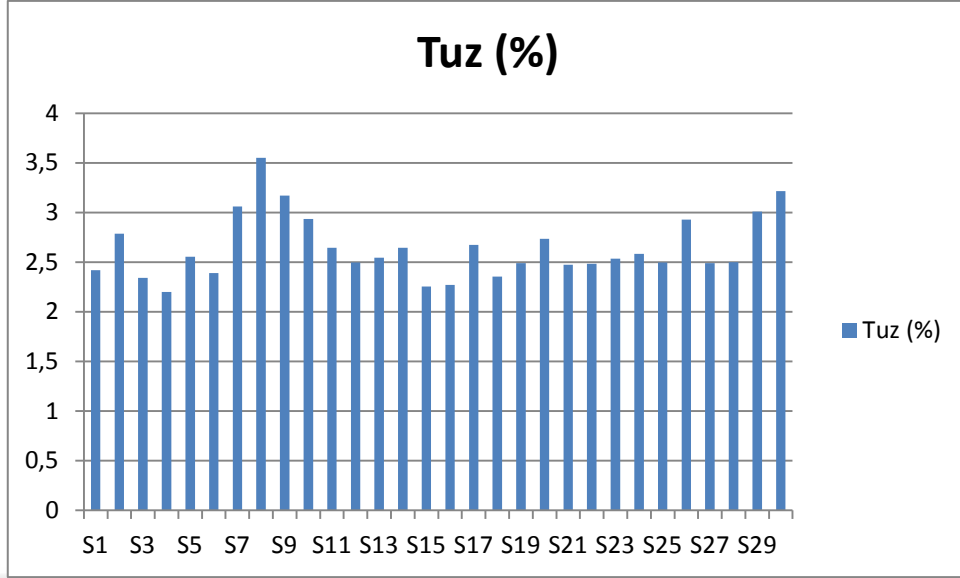
4.1.7 Tuz Değerleri

Sucuk örneklerine ait tuz değerleri % olarak Çizelge 4.9'da verilmiştir. Bu değerler kullanılarak oluşturulan grafik ise Şekil 4.6'da görülmektedir. Et ürünlerine katılan tuz, sucukların lezzet ve kıvam kazanmasında büyük katkısı yanında, sucuğun su aktivitesini düşürüp bakterilerin gelişmesini önler. İncelenen numunelerin minimum ve maksimum tuz miktarı % 2,2- 3,55 arasında tespit edilmiştir. Sucuğa katılan tuz miktarının işletmeler arasında değişkenlik gösterdiği ve her işletmenin kendi belirlediği oranda tuz kullandığı görülmüştür.

Çizelge 4.9 Tuz değerleri.

Örnek	Sonuçlar (%)
S1	2,42 ^{a,b} ± 0,1414214
S2	2,785 ^{a,b} ± 0,4737615
S3	2,34 ^{a,b} ± 0,311127
S4	2,2 ^b ± 0,2828427
S5	2,555 ^{a,b} ± 0,4737615
S6	2,39 ^{a,b} ± 0,5515433
S7	3,06 ^{a,b} ± 0,707107
S8	3,55 ^a ± 0,4808326
S9	3,17 ^{a,b} ± 0,0282843
S10	2,935 ^{a,b} ± 0,0636396
S11	2,645 ^{a,b} ± 0,1343503
S12	2,495 ^{a,b} ± 0,1909188
S13	2,545 ^{a,b} ± 0,4596194
S14	2,645 ^{a,b} ± 0,1343503
S15	2,255 ^b ± 0,2192031
S16	2,27 ^b ± 0,3535534
S17	2,675 ^{a,b} ± 0,0919239
S18	2,355 ^{a,b} ± 0,3181981
S19	2,49 ^{a,b} ± 0,1131371
S20	2,735 ^{a,b} ± 0,2192031
S21	2,475 ^{a,b} ± 0,0494975
S22	2,485 ^{a,b} ± 0,5444722
S23	2,535 ^{a,b} ± 0,0212132
S24	2,585 ^{a,b} ± 0,0636396
S25	2,495 ^{a,b} ± 0,4030509
S26	2,93 ^{a,b} ± 0,0848528
S27	2,49 ^{a,b} ± 0,2262742
S28	2,5 ^{a,b} ± 0,5515433
S29	3,01 ^{a,b} ± 0,0141421
S30	3,215 ^{a,b} ± 0,0070711

* Çizelgedeki değerler 2 tekrerrün ortalamasıdır. S: Sucuk örneğidir. ^{a,b,c,d}: Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).



Şekil 4.6 Tuz değerleri.

4.2 Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

4.2.1 Toplam Mezofil Aerob Bakteri Sayısı

Çizelge 4.10’da görüldüğü gibi aerobik mezofil bakteri sayısı en yüksek değere sahip olan S4 numaralı örnek 2,93 log kob/g, en düşük değere sahip örnek ise S21 numaralı örnek 1,78 log kob/g olmuştur.

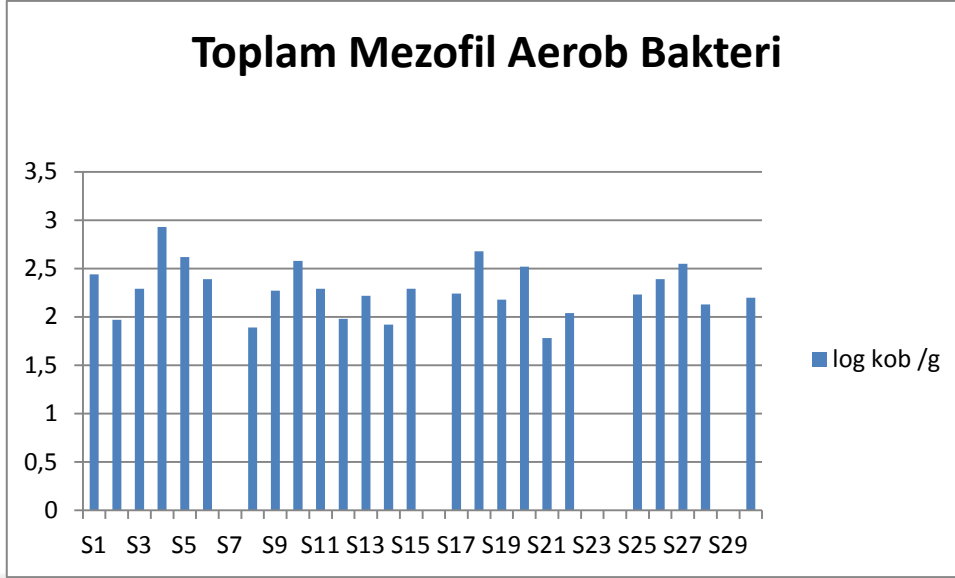
Olgunlaşma süresi boyunca sucuğun tekstür, lezzet vb. kendine özgü özelliklerinin gelişmesinde mikrobiyal faaliyetler büyük önem taşımaktadır. Sucuk hamurundaki mikrobiyal yük kullanılan hammadde (yağ, baharatlar ve et) ve starter kültürden kaynaklanmaktadır. LAB faaliyetleri sonucu artan asitlik, azalan pH ve a_w değerleri gibi olgunlaşma aşamasındaki değişimlere bağlı olarak TMAB değerleri azalmaktadır (Nazlı 1998, Bozkurt 2002).

Isıl işlemin sucuk üretimi üzerine olan etkisinin araştırıldığı bir örnekte 5 günlük fermantasyon süresi boyunca ısıl işlem öncesinde TMAB değerlerinin 6,52-8,34 logkob/g, ısıl işlem sonrasında ise 2,07-3,20 log kob/g arasında olduğu tespit edilmiştir. Isıl işlemin sucuklarda mikrobiyal yıkımı arttırdığı gözlemlenmiştir (Ertuş 2006).

Çizelge 4.10 Toplam mezofil aerobik bakteri değerleri (log/ kob/g).

Örnek	Sonuçlar
S1	2.44 ^{b,c,d,e,f,g} ± 15,556349
S2	1.97 ^{d,e,f,g} ± 4,2426407
S3	2.29 ^{b,c,d,e,f,g} ± 15,556349
S4	2.93 ^a ± 131,52186
S5	2.62 ^{b,c} ± 180,31223
S6	2.39 ^{b,c,d,e,f,g} ± 115,25841
S7	0,00 ^g
S8	1.89 ^{e,f,g} ± 12,727922
S9	2.27 ^{c,d,e,f,g} ± 20,506097
S10	2.58 ^{b,c,d} ± 253,85133
S11	2.29 ^{b,c,d,e,f,g} ± 53,740115
S12	1.98 ^{d,e,f,g} ± 14,849242
S13	2.22 ^{c,d,e,f,g} ± 38,183766
S14	1.92 ^{e,f,g} ± 12,727922
S15	2.29 ^{b,c,d,e,f,g} ± 58,689863
S16	0,00 ^g
S17	2.24 ^{c,d,e,f,g} ± 40,605087
S18	2.68 ^b ± 13,435029
S19	2.18 ^{c,d,e,f,g} ± 42,426407
S20	2.52 ^{b,c,d,e,f} ± 43,133514
S21	1.78 ^{f,g} ± 2,1213203
S22	2.04 ^{d,e,f,g} ± 34,648232
S23	0,00 ^g
S24	0,00 ^g
S25	2.23 ^{c,d,e,f,g} ± 47,376154
S26	2.39 ^{b,c,d,e,f,g} ± 12,727922
S27	2.55 ^{b,c,d,e} ± 4,9497475
S28	2.13 ^{c,d,e,f,g} ± 50,204581
S29	0,00 ^g
S30	2.20 ^{c,d,e,f,g} ± 52,325902

* Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır. S: Sucuk örneğidir. ^{a,b,c,d,e,f,g}: Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p > 0,05).



Şekil 4.7 Toplam mezofil aerobik bakteri değerleri (log/kob/g).

4.2.2 LAB Sayısı

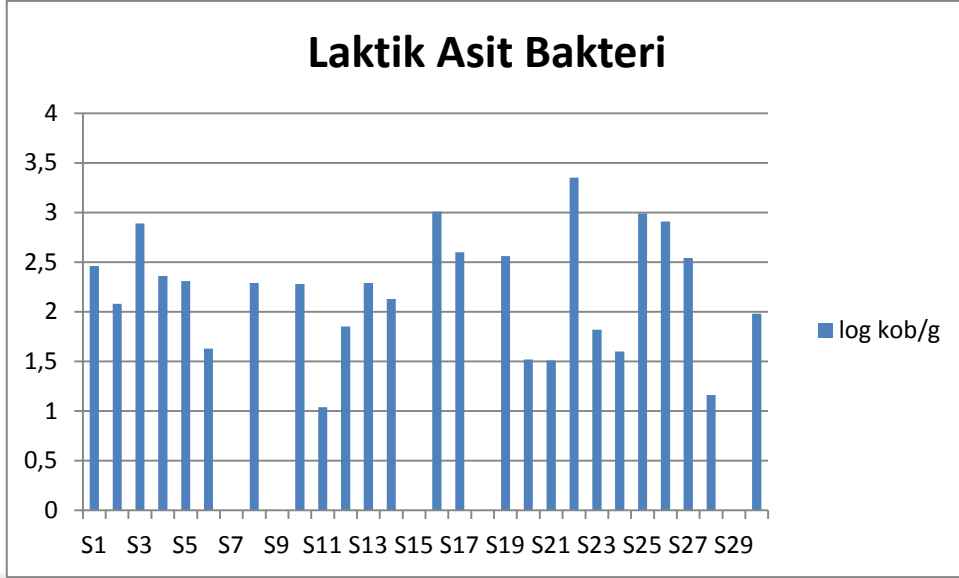
Yapılan bir araştırmada fermantasyon öncesi LAB sayılarının 3,9-4,19 log kob/g arasında olduğu ve fermantasyon ile LAB sayılarında artışın olduğu, üretim sonrasında LAB sayılarının 6,44-6,85 aralığında saptandığı belirtilmiştir. Depolama sırasında LAB sayılarında azalma meydana gelmiş 3,17-3,62 log kob/g olarak tespit edilmiştir (Gök 2006). Bu araştırmanın verilerine göre değerler düşüktür. Bu fark kullanılan starter kültür miktarı ve starter kültürün aktivitesi ile ilişkili olabilir.

Sucuk mikroflorasının en önemli üyesi LAB'dır. Sucukta arzu edilen tat ve aromanın oluşmasında, aynı zamanda organik asitler ve çeşitli antibakteriyel metabolik ürünleri geliştirerek başka bakterilerin gelişimini baskılayarak sucuğun hijyenik kalitesinde de etkilidir. pH düşüşü fermantasyon sırasında karbonhidrat yıkımının bir sonucu olarak organik asit özellikle de laktik asit birikiminin bir sonucudur. Yüksek miktarda LAB bulunması pH'nın aşırı düşmesine ve ekşimsi bir tadın oluşmasına neden olmaktadır. Yapılan çalışmalar nitrit/ nitrat ilavesi, fermantasyon ve muhafaza sıcaklıklarının LAB gelişimini kontrol altına aldığını göstermiştir (Zhao *et al.* 2011).

Çizelge 4.11 LAB değerleri (log kob/g).

Örnek	Sonuçlar
S1	2.46 ^e ± 212,13203
S2	2.08 ^e ± 32,526912
S3	2.89 ^{b,c,d} ± 317,49094
S4	2.36 ^e ± 25,455844
S5	2.31 ^e ± 87,681241
S6	1.63 ^e ± 16,263456
S7	0,00 ^e
S8	2.29 ^e ± 4,9497475
S9	0,00 ^e
S10	2.28 ^e ± 29,698485
S11	1.04 ^e ± 15,556349
S12	1.85 ^e ± 2,8284271
S13	2.29 ^e ± 137,88582
S14	2.13 ^e ± 55,861436
S15	0,00 ^e
S16	3.01 ^b ± 261,62951
S17	2.60 ^{c,d,e} ± 75,660426
S18	0,00 ^e
S19	2.56 ^{d,e} ± 7,0710678
S20	1.52 ^e ± 7,7781746
S21	1.51 ^e ± 7,0710678
S22	3.35 ^a ± 174,65537
S23	1.82 ^e ± 19,79899
S24	1.60 ^e ± 56,568542
S25	2.99 ^b ± 149,19953
S26	2.91 ^{b,c} ± 91,216775
S27	2.54 ^e ± 69,296465
S28	1.16 ^e ± 20,50607
S29	0,00 ^e
S30	1.98 ^e ± 2,8284271

* Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır. S: Sucuk örneğidir. ^{a,b,c,d,e}: Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).



Şekil 4.8 LAB değerleri (log kob/g).

4.2.3 Maya ve Küf Sayımı

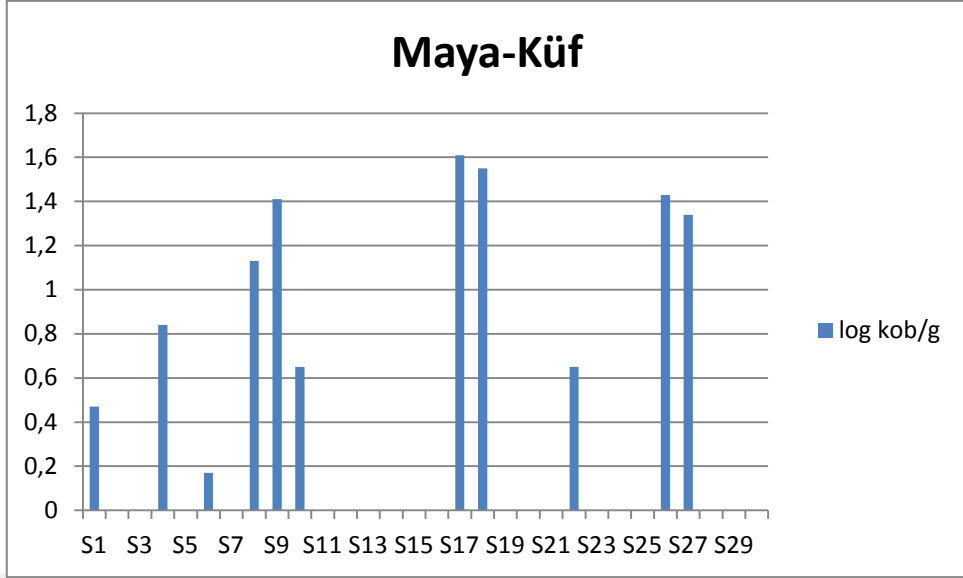
Çizelge 4.12 ve Şekil 4.9'da görüldüğü gibi bu çalışmada elde edilen maya küf sonuçları 0.00 ile $1.61 \pm 6,363961$ (log kob / g) arasında değişmektedir. Sonuçlar işletme bazında kullanılan ham maddenin ve üretim şartlarının değişken ve bir standardın olmadığını da göstermektedir.

Fermente sucuğun kalite özellikleri üzerine yapılmış araştırmada 19 endüstriyel tip sucuk ve 31 kasap sucuğunun mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir. Analizler sonucunda maya-küf değerleri endüstriyel ve kasap sucuğu için sırasıyla 3,15-5,53 log kob/g ve 3,48- 5,80 log kob/g bulunmuştur. Maya- küf değerinin yüksek olmasının düşük kalite hammadde kullanımı, hijyenik şartlarda üretimin yapılmaması ve farklı üretim yöntemlerinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Erkmen ve Bozkurt 2004).

Çizelge 4.12 Maya-küf sayısı değerleri (log kob/g).

Örnek	Sonuçlar
S1	0.47 ^b ± 4,2426407
S2	0,00 ^b
S3	0,00 ^b
S4	0.84 ^{a,b} ± 9,8994949
S5	0.00 ^b
S6	0.17 ^b ± 2,1213203
S7	0,00 ^b
S8	1.130 ^{a,b} ± 19,091883
S9	1.41 ^{a,b} ± 36,769553
S10	0.65 ^b ± 2,1213203
S11	0,00 ^b
S12	0,00 ^b
S13	0,00 ^b
S14	0,00 ^b
S15	0,00 ^b
S16	0,00 ^b
S17	1.61 ^a ± 6,363961
S18	1.55 ^{a,b} ± 12,020815
S19	0,00 ^b
S20	0,00 ^b
S21	0,00 ^b
S22	0.65 ^b ± 6,363961
S23	0,00 ^b
S24	0,00 ^b
S25	0,00 ^b
S26	1.43 ^{a,b} ± 13,435029
S27	1.34 ^{a,b} ± 12,727922
S28	0,00 ^b
S29	0,00 ^b
S30	0,00 ^b

* Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır. S: Sucuk örneğidir. ^{a,b} : Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$).



Şekil 4.9 Maya-küf sayısı değerleri (log kob/g).



Resim 4.1 Maya-küf gelişimi.

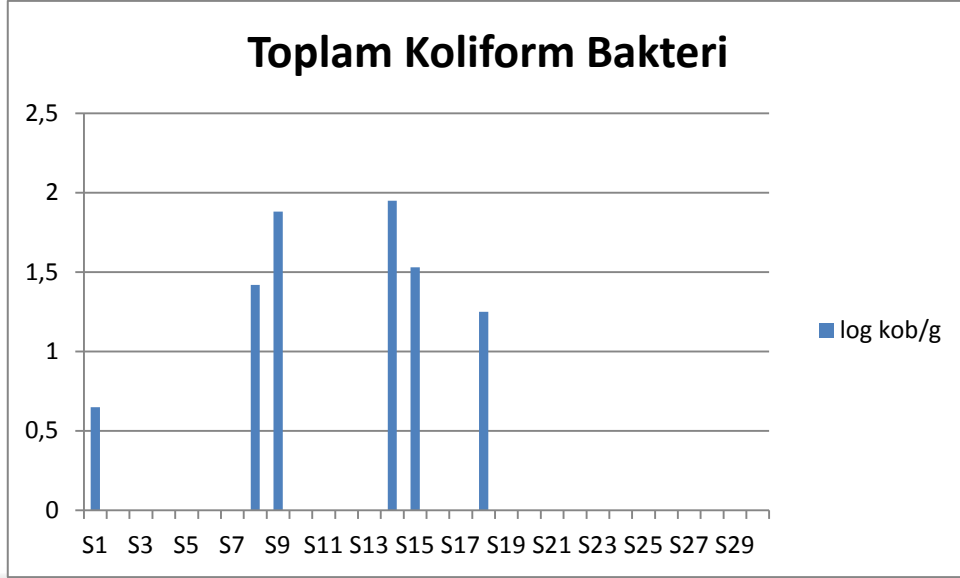
4.2.4 Toplam Koliform Sayısı

Sucuk örneklerine ait toplam koliform değerleri (log kob/g) çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.13 Toplam koliform değerleri (log kob/g).

Örnek	Sonuçlar
S1	0.65 ^a ± 4,9497475
S2	0,00 ^a
S3	0,00 ^a
S4	0,00 ^a
S5	0,00 ^a
S6	0,00 ^a
S7	0,00 ^a
S8	1.42 ^a ± 3,5355339
S9	1.88 ^a ± 108,18734
S10	0,00 ^a
S11	0,00 ^a
S12	0,00 ^a
S13	0,00 ^a
S14	1.95 ^a ± 14,849242
S15	1.53 ^a ± 48,790368
S16	0,00 ^a
S17	0,00 ^a
S18	1.25 ^a ± 25,455844
S19	0,00 ^a
S20	0,00 ^a
S21	0,00 ^a
S22	0,00 ^a
S23	0,00 ^a
S24	0,00 ^a
S25	0,00 ^a
S26	0,00 ^a
S27	0,00 ^a
S28	0,00 ^a
S29	0,00 ^a
S30	0,00 ^a

* Çizelgedeki değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır. S: Sucuk örneğidir. ^a : Aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p > 0,05).



Şekil 4.10 Toplam koliform bakteri değerleri (log kob/g).

Çizelge 4.13 ve şekil 4. 10’da görüldüğü gibi toplam koliform 0.00 ile $1.95 \pm 14,849242$ (log kob/g) arasında değişmiştir. İndikatör koliform gurubu bakteriler bakımından da işletmeler arasında ciddi farklar olduğu görülmektedir. Koliform grubu bakteriler hijyen indikatörüdür. Koliform grubu mikroorganizmaların sucuklarda bulunması, hammaddenin hijyenik olmaması veya üretim aşamasında veya sonrasında hijyenik kurallara uyarılmamasıyla açıklanabilir (Atasever vd. 1998).

Aydın ilinde satışa sunulan fermente sucukların mikrobiyolojik kaliteleri üzerine yapılan araştırmada 100 adet sucuk örneğinin koliform grubu bakteri değerlerinin ortalama $1,62$ log kob/g olarak tespit edilmiştir. Araştırma sonucu elde edilen koliform grubu bakteri sayıları bu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

4.2.5 *Staphylococcus aureus* Sayısı

Sucukların olgunlaştırma ve depolama sürecindeki staphylococcus sayılarının 1 log kob/g’ dan düşük olduğu görülmüştür.

5. TARTIŞMA- SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular geçmişte yapılan araştırmaların sonuçları ile karşılaştırılması yapılmıştır.

Sucuk örneklerinin kül oranları %2,52 ile %4,11 arasında değişmiştir. Kül içerikleri bakımından sucuk numunelerinin işletmeden işletmeye farklılık gösterdiği ve bir standardın bulunmadığı görülmektedir. Türk gıda kodeksi et, hazırlanmış et karışımları ve et ürünleri tebliğinde (Tebliğ no: 2018/52) sucuk ve ısıtılmış sucuk için et ürünleri özel ürün özellikleri kısmında kül içeriği ile ilgili herhangi bir bilgi yoktur (Anonim 2019).

Örneklerin iç kesit ve dış yüzey L* (açıklık/koyuluk), a* (kırmızılık), b* (sarılık) renk değerleri sırası ile Çizelge 4.2, 4.3 ve 4.4'de verilmiştir. Türk gıda kodeksi et, hazırlanmış et karışımları ve et ürünleri tebliğinde (Tebliğ no: 2018/52) sucuk ve ısıtılmış sucuk için et ürünleri özel ürün özellikleri kısmında renk konusunda bir bilgiye rastlanmamıştır (Anonim 2019). Yapılan bir araştırmada fermente sucukların iç kesit a* değerleri ısıtılmış sucukların iç kesit a* değerlerinden genel olarak yüksek bulunmuştur (Poçan vd. 2015).

Türk gıda kodeksi et, hazırlanmış et karışımları ve et ürünleri tebliğinde (Tebliğ no: 2018/52) ısıtılmış sucuk için pH değeri en yüksek 5.6'dır. Çizelge 4.5'deki değerlerde de görüldüğü gibi sucuk örneklerinin ortalama pH değerleri 5,11 ile 6,82 arasında değişmektedir. S1, S14, S16, S18, S25 örnekleri hariç diğer örneklerin pH değerleri belirtilen değerlere göre yüksek olduğu görülmüştür. Düşük pH değerlerinin küf gibi organizmaların gelişimini önlediği bilinmektedir (Dönerci 2005).

Türk gıda kodeksi et, hazırlanmış et karışımları ve et ürünleri tebliğinde (Tebliğ no: 2018/52) ısıtılmış sucuk için toplam kuru madde miktarının en yüksek %50 olduğu belirtilmiştir. Çizelge 4.6'daki değerlerinde gösterdiği üzere sucuk örneklerinin kuru madde içerikleri % 41,83 ile % 69,115 arasında değişmektedir. İşletme onayı bulunan işletmelerde üretilen sucuk örneklerinin S9, S19, S20, S23 örnekleri hariç ısıtılmış

işlem uygulayarak üretim yaptığı ve örneklerin ilgili tebliğde belirtilen değer altında kuru madde içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Türk gıda kodeksi et, hazırlanmış et karışımları ve et ürünleri tebliğinde (Tebliğ no: 2018/52) ısıtılmış sucuk için yağ miktarı en fazla %35'dir. Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi yağ oranı en yüksek değere sahip olan S27 numaralı örnek % 44,005 en düşük değere sahip örnek ise S20 numaralı örnek %10,87 olmuştur. S3, S24,S25, S27 numaralı sucuklar hariç diğer sucuklar tebliğe uygundur. Türk gıda kodeksi et, hazırlanmış et karışımları ve et ürünleri tebliğinde (Tebliğ no: 2018/52) ısıtılmış sucuk için toplam et proteini değeri kütleye en az %14'dür. Sucukların protein miktarları Çizelge 4.8 ve şekil 4.5'de verilmiş olup, %8,31- 19,41 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.S2, S10, S12, S18, S21, S24, S25 ve S28 numaralı sucuklar hariç diğer sucuklar tebliğe uygundur. Yağ ilavesi arttıkça protein miktarının düştüğü gözlemlenmiştir. Sucuk örneklerine ait tuz değerleri % olarak Çizelge 4.9 ve Şekil 4.6'da görülmektedir. İncelenen numunelerin minimum ve maksimum tuz miktarı % 2,2- 3,55 arasında tespit edilmiştir. Et ürünlerine katılan tuz, sucukların lezzet ve kıvam kazanmasında büyük katkısı yanında, sucuğun su aktivitesini düşürüp bakterilerin gelişmesini önler. Sucuklarda yağ, protein, kuru madde ve tuz gibi değerler Türk gıda kodeksine uygun olmalıdır (Anonim 2019). Sucukta toplam et proteini değeri kütleye en az % 16, pH değeri en yüksek 5.4; Isıtılmış sucukta ise toplam et proteini değeri kütleye en az % 14 ve pH değeri en yüksek 5.6 olması öngörüldüğü halde birçok örneğin uymadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.10'da görüldüğü gibi aerobik mezofil bakteri sayısı en düşük 0.00 ve en yüksek 2,93 ve log kob/g olmuştur. Çizelge 4.11'de görüldüğü gibi laktik asit bakterileri 0.00 ile 3.35 log kob/g arasında bulunmuştur. Çizelge 4.12 ve Şekil 4.9'da görüldüğü gibi bu çalışmada elde edilen maya- küf sonuçları 0.00 ile 1.61 (log kob/g) arasında değişmektedir. Sucuk örneklerine ait toplam koliform değerleri 0.00 ile 1.95 (log kob/g) arasında değiştiği çizelge 4.13' de görülmektedir. Yapılan bir çalışmada Afyonkarahisar piyasasında 40 sucuk örneğinde 25 farklı küf çeşidi belirlenmiştir (Çelik 2019).

İnsan beslenmesinde protein kaynağının büyük bölümünü hayvansal gıdalar oluşturmaktadır. Hayvansal gıdalar içerisinde sucuğun payı ülkemizde oldukça yüksektir. İnsan sağlığı açısından sucuğun içerdiği besin içerikleri ve mikrobiyal yükü

önem arz etmektedir.

Sucuk ülkemiz insanının çok eskiden beri severek tükettiği değerli bir işlenmiş et ürünüdür. Sucuk, doğal florası ile olgunlaştırılmakta, tipik tat ve aroması bu sayede meydana gelmektedir. Sucuk üretiminde standart ürün üretimi çeşitli nedenlerden dolayı mümkün olamamaktadır. Bunların başında hammaddenin mikrobiyolojik kalitesi, üretim yerinin hijyenik koşulları, hammadde kalitesi, kullanılan baharatlar ve katkı maddeleri gibi etkenler gelmektedir. Bununla birlikte son dönemlerde standart bir ürün üretmek için starter kültür kullanımı yaygınlaşmıştır. Ancak yukarıda belirtilen etkenlerden dolayı starter kültür kullanılması da standart ürün üretmek için yeterli olmayabilir.

İlk olarak kullanılacak hammadde özenle seçilmelidir. Ana hammadde dana eti sağlıklı hayvanların kesiminden elde edilmelidir. Kesimhaneler steril olmalı ve kesim sırasında yeterli temiz kullanım suyu olmalıdır. Kesime sokulacak hayvan ürkütülerek strese sokulmamalıdır. Strese girmiş hayvanın eti mikrobiyal bozulmaya karşı daha hassastır. Kesimden elde edilen et ilk olarak dinlendirilmeli daha sonra işleme tabi tutulmalıdır. İmalat esnasında kullanılan araç gereçlerin bakım ve temizlikleri yapılmalı, üretim sonunda tekrar temizliği yapılarak kaldırılmalıdır. İmalatta çalışan personellerin portör muayeneleri periyodik olarak yapılmalı hastalık belirtisi gösteren kişiler üretimin hiçbir aşamasında bulunmamalıdır.

Bu zamana kadar geleneksel Türk sucuklarında birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda sucukların kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri gibi birçok özelliği araştırılmıştır. Geleneksel sucukların tat ve aromasının gelişmesinde Laktik asit bakterileri önemli rol oynamaktadır. Olgunlaşma boyunca LAB tarafından oluşturulan laktik asit pH'nın düşmesini sağlamakta ve ortamda bulunan patojenlerin gelişmesini önlemektedir. Özellikle *Staphylococcus aureus* ve Enterobacteriaceae familyasına ait bakteriler gibi patojenler ortamda mevcut olsa bile asidik ortamda inhibe olabilmektedir.

Üretim aşamasında en önemli nokta olan kurutma işlemi iklimlendirme sistemi olan kapalı odalarda yapılmalıdır. Arzu edilen kaliteye sahip ürün elde edilemediği takdirde

doğal Şartlarda kurutma yapılacaksa bulaŐmaya sebebiyet verilmeyecek önlemler alınmalı. DıŐarıdan kurutma ortamına taŐınacak mikrobiyal kirlilik minimumuna indirilmelidir.

Kurutma işlemi, nem oranı standartlarında belirtilen limitlere gelmeden sonlandırılmamalıdır. Nem oranı yüksek bir et ürünü her zaman mikrobiyal gelişiminin hızlanmasına müsait bir ortamdır.

Kurutulup tüketilmeye hazır hale gelen sucuklar satış yerlerine frigofik araçlarla nakledilmeli ve satılıncaya kadar uygun sıcaklıkta raflarda yerini almalıdır.

Sonuç olarak standart üretim ve sıklaŐan denetimlerle birlikte ürünün olumsuzlukları elemine edilip, pazarlama olanaklarından da yararlanılmasıyla ürün ulusal piyasa tüketimine sunulabilir.

6. KAYNAKLAR

- Anar, Ş. (2010). Et ve et ürünleri teknolojisi. Dora Yayınları. 1. baskı, Bursa.
- Anonim, (1998). Gıda Mikrobiyolojisi, Merck, Orkim Ltd. Şti., 68 sayfa.
- Anonim, (2000). Official Methods of Analysis. Horwitz, W. (Ed.), 17th ed., Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.
- Anonim, (2001). Yeasts, Molds and Mycotoxins in FDA Bacteriological Analytical Manual vol. Chapter 18, ed.
- Anonim, (2001). Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005). Yayın No: 2635, Ankara.
- Anonim, (2012). Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği (5 Aralık 2012). Resmi Gazete, Sayı: 28488. Tebliğ No: 2012/74.
- Anonim, (2012). Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği. Tebliğ No: 2012/74, Resmi Gazete, 5 Aralık 2012, Sayı: 28488.
- Anonim, (2019). Türk gıda kodeksi et, hazırlanmış et karışımları ve et ürünleri tebliği. Tebliğ no: 2018/52. Resmi Gazete 29 Ocak 2019, sayı 30670.
- Arslan, A. (2002). Et muayenesi ve et ürünleri teknolojisi. Medipres yayınları, Elazığ.
- Bover-Cid, S., Izquierdo-Pulido, M., and Vidal-Carou, M. C. (2001). Changes in biogenic amine and polyamine contents in slightly fermented sausages manufactured with and without sugar. *Meat Science*, **57**: 215-221.
- Bover-Cid, S., Izquierdo-Pulido, M. and Vidal-Carou, M.C. (2001). Changes in Biogenic Amine and Polyamine Contents in Slightly Fermented Sausages Manufactured With And Without Sugar. *Meat Science*, **57**: 215-221.
- Bozkurt, H., ve Erkmen, O. (2007). Effects of some commercial additives on the quality of sucuk (Turkish dry-fermented sausage). *Food chemistry*, **101**: 1465-1473.
- Coşkuner, Ö., Ertaş, A.H. ve Soyer, A. (2010). The effect of processing method and storage time on constituents of Turkish sausages (sucuk). *Journal of food processing and preservation*, **34**: 125-135.

- Çelik, S. (2019). Afyonkarahisar’da satışa sunulan sucukların küf florasının belirlenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar.
- Dalmış, Ü., Soyer, A. (2008). Effect of processing methods and starter culture (Staphylococcus xylosus and Pediococcus pentosaceus) on proteolytic changes in Turkish sausages (sucuk) during ripening and storage. *Meat Science*, 80, 345-354.
- Dertli, E., Yilmaz, M.T., Tatlısu, N.B., Toker, O.S., Cankurt, H. and Sagdic, O. (2016). Effects of in situ exopoly saccharide production and fermentation conditions on physicochemical, microbiological, textural and micro structural properties of Turkish-type fermented sausage (sucuk). *Meat science*, **121**: 156-165.
- Dönderici, Z. S. (2005). Penicillium cinsine ait bazı küflerin Türk tipi fermente sucuk üretiminde koruyucu kültür olarak kullanım olanaklarının araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bil. Enst. Gıda Müh. Ana Bilim Dalı, Adana.
- Ercoşkun, H. ve Toptancı, İ. (2017). Physico chemical and Microbiological Properties of Sucuk produced with Different Heat Treatment Temperatures. *Akademik Gıda*, **15**: 344-349.
- Ercoşkun, H. and Özkal, S.G. (2011). Kinetics of traditional Turkish sausage quality aspects during fermentation. *Food Control*, **22**: 165-172.
- Erkmen, O. and Bozkurt, O.(2004).Quality Characteristics of Retailed Sucuk (Turkish Dry-Fermented Sausage). *Food Technology and Biotechnology*, **42**: 63-69.
- Ertaş, A. H. (2006). Isıl İşlem Uygulanarak Üretilen Sucukların Bazı Kalite Özelliklerine Üretim Koşullarının Etkisi, Ankara Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Kesin Sonuç Raporu, Ankara.
- Gök, V. (2006). Antioksidan Kullanımının Fermente Sucukların Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tulek, Y. and Zorba, O. (2001). Et Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M.ve Zorba, Ö. (1997). Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. Atatürk

Üniversitesi Yayın No:786. Ziraat Fakültesi Yayın No:320. Ders Kitapları Serisi No:70. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum, 561 s.

- Gulbaz, G. and Kamber, U. (2008). Experimentally fermented sausage from goose meat and quality attributes. *Journal of muscle foods*, **19**: 247-260.
- Kilic, B. (2009). Current trends in traditional Turkish meat products and cuisine. *LWT-Food Science and Technology*, **42**: 1581-1589.
- Kirk, S. and Sawyer, R. (1991). Pearson's composition and analysis of foods (No.Ed. 9). Longman Group Ltd.
- Kok, F., Oksuztepe, G., Ilhak, O. I. and Patir, B.A.H.R.I. (2006). Chemical and microbiological quality of fermented sausages made from camel meat. *Medycyna Weterynaryjna*, **62**:893-896.
- Nazlı, B. (1998). Researches on the Ripening of Turkish Fermented Sausage Using a Local Starter Culture Combination, Tr. *Journal of Veterinary and Animal Sciences*, **22**: 393-397.
- Öz, E., Kabil, E., Kaban, G., Kaya, M. (2018).Effect of autochthonous *Pediococcus acidilactici* on volatile profile and some properties of heat-treated sucuk. *Journal of Food Processing and Preservation*, **42**, 1-7.
- Öztan, A. (2005). Et Bilimi ve Teknolojisi. Gıda Mühendisleri Odası Yayınları, 495s. Bursa.
- Sagdic, O., Öztürk, I., Yılmaz, M.T.ve Yetim, H. (2011). Effect of Grape Pomace Extract Obtained from Different Grape Varieties on Microbial Quality of Beef Patty. *Journal of Food Science*, **76**: 515-521.
- Zhao, L., Jin, Y., Ma, C., Song, H., Li, H., Wang, Z. and Xiao, S. (2011). Physico Chemical Characteristics and Free Fatty Acid Composition of Dry Fermented Mutton Sausages as Affected by the Use of Various Combinations of Starter Cultures and Spices, *Meat Science*, **88**: 761-766.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hüseyin YEŞİLİRMAK
Doğum Yeri ve Tarihi : Şuhut / 15.02.1993
Yabancı Dili : İngilizce
İletişim (Telefon/e-posta) :05358978279

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Kemal Hasoğlu Lisesi, (2007-2011).
Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği
Bölümü, (2011-2015).
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri
Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı,
(2015-2019).

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Özdilek AVM Afyonkarahisar 2019.