ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Deniz TOPAL

FERMENTE SUCUK ÜRETİMİNDE FARKLI KALİBREDE KILIF KULLANIMININ BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ VE BİYOJEN AMİN İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2021

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FERMENTE SUCUK ÜRETİMİNDE FARKLI KALİBREDE KILIF KULLANIMININ BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ VE BİYOJEN AMİN İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ

Deniz TOPAL

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Hakan BENLİ
Yıl: 2021, Sayfa: 96
Jüri : Dr. Öğr. Üyesi Hakan BENLİ
: Prof. Dr. Hüseyin ERTEN
: Prof. Dr. Halil VURAL

Bu çalışmada, sucuk üretiminde farklı kalibrelere sahip doğal kılıf (44 mm, 50 mm, 53 mm, 58 mm, 61 mm) kullanımının, üretim (3. gün ve son ürün) ve depolama (15. gün, 1. ay ve 2. ay) aşamalarında sucuğun bazı kalite özellikleri ve biyojen amin içeriği üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Üretim sonunda, örneklerin pH değerlerinin benzer olduğu belirlenmiştir. Sucuklarda farklı kılıf çapı kullanımının nem değerleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuş, kül değerleri üzerine etkisi ise son üründe önemli bulunmuştur. Titrasyon asitliği değerlerinin benzer olduğu bulunmuştur. Sucukların L*, a*, b*, Chroma ve Hue değerlerinin son üründe benzer ancak depolama aşamalarında farklılıklar gösterdiği ve tekstürel özelliklerden tutunabilirlik değerinin son üründe istatistiksel olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Sucukların biyojen amin değerleri incelendiğinde, farklı kalibrede kılıf kullanımının triptamin, 2-feniletilamin ve tiramin değerleri üzerine etkili olabileceği ancak putresin, kadaverin, histamin, spermidin ve spermin değerlerinin değişimi üzerine önemli bir etkiye sahip olmadığı gözlenmiştir. Sucuk örneklerinde, triptamin, 2-feniletilamin, putresin, kadaverin, histamin, tiramin, spermidin ve spermin içeriklerinin son üründe ortalama en düşük ve en yüksek değerleri, kuru maddede sırasıyla; 11.09-23.22 mg/kg, 2.89-10.87 mg/kg, 7.88-10.45 mg/kg, 0.88-2.34 mg/kg, 4.72-8.91 mg/kg, 92.16-116.34 mg/kg, 7.90-10.75 mg/kg ve 57.59-70.55 mg/kg arasında değişim göstermiştir. Sucuklarda farklı kılıf kalibresi kullanımının TBARS değerli üzerine etkisi depolama sürecinin 15. gününde önemli bulunmuştur. Genel olarak farklı kalibrede kılıf kullanılarak üretilen sucukların benzer duyusal niteliklere sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sucuk, doğal kılıf, biyojen amin, farklı kalibre.

ABSTRACT

MSc THESİS

THE EFFECT OF USE OF CASINGS WITH DIFFERENT CALIBERS ON SOME QUALITY PROPERTIES AND BIOGENIC AMIN CONTENT IN THE PRODUCTION OF FERMENTED SUCUK

Deniz TOPAL

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FOOD ENGİNEERING

Supervisor : Asst. Prof. Dr. Hakan BENLİ
Year: 2021, Page: 96
Jury : Asst. Prof. Dr. Hakan BENLİ
: Prof. Dr. Hüseyin ERTEN
: Prof. Dr. Halil VURAL

In this study, it was aimed to investigate the effect of the use of natural casings with different calibers (44 mm, 50 mm, 53 mm, 58 mm, 61 mm) in sucuk production on some quality characteristics and biogenic amine content of sucuk during production (3rd day and final product) and storage (15. day, 1. month and 2. month) periods. At the end of the production, pH values of the samples were similar. The effect of using different casing calibers on moisture values was not significant, while the effect on ash values was significant in the final product. Titratable acidity values were found to be similar. L*, a*, b*, Chroma and Hue values of the sucuks were similar in the final product, but showed differences in the storage period, and the adhesiveness values related to the textural properties had significant differences in the final product. It was observed that the use of casings with different calibers may have effects on tryptamine, 2-phenylethylamine and tyramine values, but did not have a significant effect on putrescine, cadaverine, histamine, spermidine and spermine values of sucuks. The average lowest and highest values of tryptamine, 2-phenylethylamine, putrescine, cadaverine, histamine, tyramine, spermidine and spermine in sucuk samples in the final product varied between 11.09-23.22 mg/kg, 2.89-10.87 mg/kg, 7.88-10.45 mg/kg, 0.88-2.34 mg/kg, 4.72-8.91 mg/kg, 92.16-116.34 mg/kg, 7.90-10.75 mg/kg and 57.59-70.55 mg/kg in dry matter, respectively. The effect of using casing with different calibers in sucuks on TBARS values was significant on the 15th day of the storage period. In general, sucuks produced using casings with different calibers had similar sensory properties.

Keywords: Sucuk, natural casing, biyojenic amin, different caliber.

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Bu çalışmanın amacı sucuk üretiminde farklı kalibrelere sahip doğal kılıf (44 mm, 50 mm, 53 mm, 58 mm, 61 mm) kullanımının, üretim ve depolama aşamalarında sucuğun bazı kalite özellikleri (pH, titrasyon asitliği, nem, kül, renk değerleri, tekstür profil analizi, TBARS, duyusal değerlendirme) ve biyojen amin içeriği üzerine etkilerinin belirlenmesidir.

Sucuk üretimi amacıyla, 4°C'nin altına soğutulmuş ve %20 yağ içeren dana etleri, öncelikle 6 mm çapında ayna kullanılarak soğutmalı kıyma makinesinde çekilmiştir. Elde edilen kıyma üzerine baharatlar ilave edilip karıştırılmış ve starter kültür karışımı (*Staphylococcus carnosus* ve *Latilactobacillus sakei*) ilave edilip tekrar karıştırılmıştır. Daha sonra karışım, 3 mm çapındaki ayna kullanılarak tekrar soğutmalı kıyma makinesinde çekilmiş ve sucuk hamuru elde edilmiştir. Elde edilen sucuk hamurunun, 44 mm, 50 mm, 53 mm, 58 mm, 61 mm kalibreye sahip beş farklı doğal kılıfa dolumu gerçekleştirilmiştir. Dolum yaklaşık olarak 300-320 gram olarak yarım kangal şeklinde gerçekleştirilmiş ve sucuklar uç kısımlarından bağlanmıştır. Bağlanan sucuklar askılara alınmış ve sıcaklık, nem ve hava hızı kontrolüne sahip özel üretim fermentasyon kabinine yerleştirilmiştir. Fermentasyon kabininde 1. gün 22°C ve % 85-90 bağıl nem, 2. gün 20°C ve % 85–90 bağıl nem ve 3. gün 18°C ve % 80–85 bağıl nem olmak üzere fermentasyon gerçekleştirilmiştir. Kurutma ve olgunlaştırma aşamasında sıcaklık ve nem kademeli olarak 14°C ve %70 bağıl neme kadar düşürülmüştür. Üretim sonunda elde edilen sucuk örnekleri vakum ambalajlar içeresinde buzdolabı (+4°C) koşullarında 2 ay süre ile depolanmıştır. Üretim aşamasında (0 ve 3. gün) ve son üründe, 15. günde, 1. ay ve 2. ayda sucuk örnekleri alınmış ve analizler gerçekleştirilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, sucukların başlangıç ortalama pH değeri 6.09 iken 3. günde 5.01 ile 5.05 arasında ve son ürün'de 4.96 ile 4.98 arasında değişmiştir. Depolamanın 15. gününde 4.59 ile 4.68 arasında iken depolamanın 1. ay'ında 4.67

ile 4.83 arasında, depolamanın 2. ayında 5.06 ile 5.16 arasında değişmiştir. Sucuk örneklerinin titrasyon asitliği değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi üretim ve depolama süresince önemsiz bulunmuştur.

Sucuk örneklerinin üretimin 0. gün'ündeki ortalama nem içeriği %58.07 iken, üretimin 3. gününde %47.23 ile %48.75 arasında, son üründe ise %37.30 ile %41.93 arasında değişmektedir. Örneklerin kül değerleri son ürün'de istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Sucuk örneklerinin L* değerleri depolamanın 2. ayında, a* değerleri depolamanın 1.ayında, b* ve Hue değerleri depolamanın 1. ve 2. aylarında ve son olarakta Chroma değerleri depolamanın 15. günü, 1. ayı, 2. ayında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Sucuk örneklerinin tekstürel özellikleri yönünden, tutunabilirlik (adhesiveness) değerleri hariç, benzer değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Sucuk örneklerinin ortalama triptamin değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi üretim aşamasının 3. gününde, son üründe ve depolamanın 2. ayında önemsiz bulunmuşken, depolamanın 15. günü ve 1. ayında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Sucuk örneklerinin ortalama 2-feniletilamin (mg/kg kuru madde) değerleri üzerine uygulamaların etkisi bütün üretim ve depolama aşamalarında (üretimin 3. günü, son ürün ve depolama aşamasının 15. günü, 1. ayı ve 2. ayı) istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Sucuk örneklerinin ortalama Putrescine (mg/kg kuru madde) değerleri üzerine uygulamaların etkisi üretim aşamasının 3. gününde, son üründe ve depolama aşamasının 15. gününde, 1. ay ve 2. ayında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Sucuk örneklerinin ortalama kadaverin değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi üretim aşamasının 3. gününde, son üründe, depolamanın 1. ayında ve depolamanın 2. ayında önemsiz bulunmuştur. Sucuk örneklerinin ortalama histamin (mg/kg kuru madde) değerleri üzerine uygulamaların etkisi bütün üretim ve depolama aşamalarında (üretimin 3. günü, son ürün ve depolama aşamasının 15. günü, 1. ayı ve 2. ayı) istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Sucuk örneklerinin ortalama tiramin değerleri üzerine

kılıf kalibrelerinin etkisi üretim aşamasının 3. gününde, son üründe, depolamanın 15. gününde ve depolamanın 2. ayında önemsiz bulunmuşken, depolamanın 1. ayında ise kılıf kalibrelerinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Sucuk örneklerinin ortalama spermidin değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi üretim aşamasının 3. gününde, son üründe, depolamanın 15. gününde ve depolamanın 2. ayında önemsiz bulunmuştur. Sucuk örneklerinin ortalama spermin değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi bütün üretim ve depolama aşamalarında (üretimin 3. günü, son ürün ve depolama aşamasının 15. günü, 1. ayı ve 2. ayı) önemsiz bulunmuştur. Sucuk örneklerinde, triptamin, 2-feniletilamin, putresin, kadaverin, histamin, tiramin, spermidin ve spermin içeriklerinin son üründe ortalama en düşük ve en yüksek değerleri, kuru maddede sırasıyla; 11.09-23.22 mg/kg, 2.89-10.87 mg/kg, 7.88-10.45 mg/kg, 0.88-2.34 mg/kg, 4.72-8.91 mg/kg, 92.16-116.34 mg/kg, 7.90-10.75 mg/kg ve 57.59-70.55 mg/kg arasında değişim göstermiştir.

Sucuk örneklerinin ortalama TBARS değerleri üzerine uygulamaların etkisi üretim aşamasının 0. gününde, 3. gününde, son üründe ve depolama aşamasının 1. ayında ve 2. ayında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuşken, depolamanın 15. gününde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Genel olarak TBARS değerlerinin son üründe ve depolamanın 15. gününde en yüksek değerlere sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Son ürün üzerinde gerçekleştirilen duyusal analiz sonucunda, elde edilen sucuk örneklerinin duyusal özellikleri üzerine uygulamaların etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Bu durum farklı kalibrede kılıf kullanılarak üretilen sucuk örneklerinin benzer duyusal niteliklere sahip olduğunu ve genel olarak bütün sucukların beğenildiğini ortaya koymaktadır.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince her konuda bana yardımcı olan, bilgi ve tecrübesi ile yol gösteren değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Hakan BENLİ'ye,

Jüri üyesi olarak tezimi değerlendiren ve sundukları katkılar ile çalışmamın zenginleşmesini sağlayan değerli hocalarım Prof. Dr. Hüseyin ERTEN ve Prof. Dr. Halil VURAL 'a,

Çalışmam boyunca bilgi ve desteklerini esirgemeyen, sorularıma çözüm odaklı yaklaşan, tezime her aşamada katkıda bulunan, zamanlarını ayırıp her türlü yardıma koşan sayın Dr. Erdal AĞÇAM'a, Ar. Gör. Burcu DÜNDAR KIRIT'a ve laboratuvar zamanının çoğunu birlikte geçirdiğimiz çok değerli arkadaşlarım Pelin PÜRÇÜKLÜ ve Özge TETİK'e,

Bu tezin yapılması için maddi destek sağlayan Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne,

Çalışmam sırasında çözemediğim bilgisayar işlerinde yardımını gördüğüm çok kıymetli iş arkadaşım Makine Mühendisi Sayın Alaaddin YALÇINKAYA'ya,

Hayatımın her anında beni destekleyen, her kararımda arkamda duran, her koşulda yanımda olan, manevi desteklerini yüreğimde hissettiğim canım annem Ergül KESKİN'E, babam Recep KESKİN'e ve tez çalışmam boyunca her türlü desteğini esirgemeyen sevgili eşim Mehmet TOPAL'a teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET III
TEŞEKKÜR VII
İÇİNDEKİLER VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ X
ŞEKİLLER DİZİNİ XIV
SİMGELER VE KISALTMALAR XVI
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 5
2.1. Sucuk 5
2.2. Fermente Sucuk 5
2.3. Doğal Kılıf Yapımında Kullanılan Bağırsakların Anatomik ve Histolojik Yapıları 7
2.4. Doğal Kılıflar (Bağırsaklar) 8
2.5. Bağırsakların Kullanım Alanları 11
2.6. Biyojen Amin ve Biyojen Amin İçeriği Üzerine Etki Eden Faktörler 12
2.7. Farklı Kılıf Kalibreleri Kullanılarak Üretilen Sucuklar 15
3. MATERYAL VE METOD 19
3.1. Materyal 19
3.2. Metod 20
3.2.1. Sucuk üretimi 20
3.3.2. pH Analizi 23
3.3.3. Titrasyon Asitliği Tayini 23
3.3.4. Nem Tayini 23
3.3.5. Kül Tayini 24
3.3.6. Renk Ölçümü 24

3.3.7. Tekstür Profil Analizi (TPA) 25
3.3.8. Biyojen Amin Tayini 25
3.3.9. Tiyobarbütirik asit reaktif substans (TBARS)Analizi 26
3.3.10. Duyusal Analiz 27
3.3.11. İstatistiksel Analiz 28
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 29
4.1. pH Tayini 29
4.2. Titrasyon Asitliği Tayini 30
4.3. Nem Tayini 32
4.4. Kül Tayini 33
4.5. Renk Analizi 34
4.6. Tekstür Profil Analizi (TPA) 41
4.7. Biyojen Amin Analizi 46
4.8. TBARS Analizi 59
4.9. Duyusal Analiz 60
5. SONUÇLAR 61
KAYNAKLAR 67
ÖZGEÇMİŞ 81
EKLER 82

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 3.1. Sucuk Formülasyonu 20

Çizelge 4.1. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların pH değerleri üzerine üretim ve depolama süresince etkisi..... 30

Çizelge 4.2. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların titrasyon asitliği (% laktik asit) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi 31

Çizelge 4.3. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların nem içeriği (%) üzerine üretim süresince etkisi 32

Çizelge 4.4. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların kül (%) değerleri üzerine üretim süresince etkisi 34

Çizelge 4.5. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların L* (parlaklık) değerleri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi 35

Çizelge 4.6. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların a* (kırmızılık) değerleri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi 37

Çizelge 4.7. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların b* (sarılık) değerleri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi..... 38

Çizelge 4.8. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların Chroma değerleri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi..... 39

Çizelge 4.9. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların Hue değerleri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi..... 40

Çizelge 4.10. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların sertlik (hardness) değeri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi 42
Çizelge 4.11. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların tutunabilirlik (adhesiveness) değeri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi 43
Çizelge 4.12. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların iç yapışkanlık (cohesiveness) değeri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi 44
Çizelge 4.13. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların çiğnenebilirlik (chewiness) değeri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi..... 45
Çizelge 4.14. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların esneklik (resilience) değeri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi 46
Çizelge 4.15. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların triptamin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi 48
Çizelge 4.16. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların 2-feniletilamin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi 49
Çizelge 4.17. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların putresin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi..... 51
Çizelge 4.18. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların kadaverin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi 52

Çizelge 4.19. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların histamin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi 54
Çizelge 4.20. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların tiramin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi..... 55
Çizelge 4.21. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların spermidin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi 57
Çizelge 4.22. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların spermin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi..... 58
Çizelge 4.23. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların TBARS değeri (mg malondialdehit/kg) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi 59
Çizelge 4.24. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların duyusal özelliklerine etkisi..... 60

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 2.1. Bağırsak Duvarı Katmanları 8
Şekil 3.1. Doğal kılıflar (hava kurusu sığır ince bağırsağı) 19
Şekil 3.2. Sucuk Üretim Aşamaları 22

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	: Santigrat derece
kg	: Kilogram
g	: Gram
mg	: Miligram
L	: Litre
mL	: Mililitre
µL	: Mikrolitre
TPA	: Texture Profile Analyze
TS	: Türk Standartları
mm	: Milimetre
TCA	: Triklor asetik asit
TBA	: 2-thiobarbituric acid
TBARS	: Tiyobarbütirik asit reaktif substans
NaOH	: Sodyum Hidroksit
HCI	: Hidroklorik Asit

1. GİRİŞ

İnsan beslenmesinde vazgeçilmez protein kaynağı olan et, aynı zamanda içerdiği besin unsurları, koku, tat ve aroma özellikleri nedeniyle değerli bir gıda maddesidir (Campbell-Platt ve Cook, 1995; Franco ve ark, 2002; Muguerza ve ark, 2004). Et ve et ürünleri, biyolojik değeri yüksek proteinlerin ve mikro temel besinlerin zengin içeriği ile sağlıklı beslenmenin temel taşlarından biridir. Bu nedenle insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Günlük protein ihtiyacının yaklaşık olarak yarısının hayvansal kaynaklı proteinlerden sağlanması gerekmektedir (Vural ve Öztan, 1992; Williams, 2007; Kara ve Bor, 2017).

Türk Standardı (TS 1070, Anonim 2012)'na göre Türk sucuğu; büyükbaş ve küçükbaş hayvan etlerinin yağ, kemik, tendo, fasia, kıkırdak, lenf yumruları ile büyük sinir ve damarlarından ayrıldıktan sonra kıyma makinası veya kuterden çekilerek içine tuz, kırmızı biber, karabiber, kimyon hakim olmak üzere çeşitli baharatlar, çeşni maddeleri, starter kültürlerden bir veya birkaçı, gövde yağı, iç yağı, kuyruk yağı, böbrek yağı, böbrek etrafı yağı ile mevzuatında katılmasına izin verilen katkı maddelerinden bir veya birkaçının karıştırılıp, kılıflara doldurularak fermantasyona tabi tutulan ısıl işlem görmemiş geleneksel et ürünü olarak tanımlanmaktadır. Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2018/52)'ne göre ise sucuk, büyükbaş ve/veya küçükbaş hayvan karkas etlerinin ve yağlarının kıyılarak lezzet vericiler ile karıştırıldıktan sonra doğal veya yapay kılıflara doldurularak belirli koşullarda fermantasyon ve kurutma işlemleri uygulanarak kesit yüzeyi mozaik görünümünde olan ısıl işlem uygulanmamış fermente et ürünüdür (Anonim, 2018).

Ülkemizde üretimi ve tüketimi en fazla olan işlenmiş et ürünü, sucuktur (Anonim, 1999). Günümüzde tüketiciler kolaylık, çeşitlilik, ekonomi ve besin değeri nedeniyle sucuk ve diğer işlenmiş et ürünlerini tüketmektedirler (Pearson ve Gillett, 1996). Sucuk, fermente sosis grubunda yer almaktadır (Soyer, 2002). Fermente et ürünlerinin üretimi genellikle formülasyon, fermantasyon ve

olgunlaştırma/kurutma olarak üç aşamada gerçekleşmektedir. Sucukların içerdiği nem miktarı son aşamanın süresine bağlı olarak değişmektedir. Fermente sosisler içeriğindeki neme göre: nemli (%50-60), yarı kuru (%35-50) ve kuru (%20-35) olarak 3 gruba ayrılmaktadır (Campbell-Platt ve Cook, 1995). Sucuk, sığır etinden üretilmektedir ve sığır yağı, koyun kuyruğu yağı, tuz, şeker, nitrit, nitrat ve çeşitli baharatlar içerebilmektedir (Gökalp ve ark, 2002; Gök, 2015). Bu karışım, yarı veya kuru bir ürün elde etmek amacı ile fermantasyonun ve kurutmanın gerçekleştiği bir kılıfa doldurulmaktadır (Ercoşkun ve ark, 2010).

Sucuk üretiminde doğal ve suni kılıflar kullanılabilmektedir. Kuzu ve sığırdan elde edilen doğal kılıflar sosis endüstrisinde kullanılmaktadır ve ilgili türlerin gastrointestinal kanalından üretilmektedir (Bakker ve ark, 1999; Madhwaraj ve ark, 1980; Pearson ve Gillett, 1996). Kılıf, büyüklük ve stabiliteyi destekleyerek, karakteristik tat ve kokuyu olgunlaştırarak, üretim, fermantasyon ve depolama aşamaları sırasında kimyasal, mikrobiyolojik ve yapısal özellikleri teşvik ederek, geleneksel ve genel sucukların (sosislerin) üretiminde çok önemli bir yere sahiptir (Chawla ve ark, 2006; Walz ve ark, 2018). Kılıflar sosislerin şekline, boyutuna ve bütünlüğüne katkı sağladıkları gibi, doldurma aşamasından tüketicinin önüne gelene kadar ki birçok aşamada önemli işlevlere sahiptir. Kılıf, işleme sırasında sosislerde meydana gelen hacimsel, yapısal ve kimyasal değişimlerde hem doğrudan hem de dolaylı rol oynamaktadır. Bu nedenle, her türlü sosis üretimine uygun evrensel bir kılıf bulunmamaktadır. Kılıf seçimi, önceden tanımlanmış özelliklere sahip sosis üretimi için önemli bir adım oluşturmaktadır (Djordjevic ve ark, 2015).

Kılıflar doğal ve yapay olarak iki gruba ayrılmaktadır (Feng ve ark, 2014; Walz ve ark, 2018). Koyun, domuz ve sığırdan elde edilen doğal kılıflar sosis endüstrisinde kullanılmaktadır ve ilgili türlerin gastrointestinal kanalından üretilmektedir (Bakker ve ark, 1999; Madhwaraj ve ark, 1980; Pearson ve Gillett, 1996). Doğal kılıflar çoğunlukla geleneksel fermente sucukların üretiminde tercih edilmektedirler (Djuric ve ark, 2011). Fermantasyon işlemi, eti uzun süre muhafaza

etmek ve yeni ürün üretmek amacıyla kullanılan oldukça eski yöntemlerdendir. Fermantasyon sırasında üründe çeşitli fiziksel, biyokimyasal, mikrobiyolojik değişmeler gerçekleşmektedir ve istenilen tat, koku ile tekstür unsurları oluşmaktadır (Stahnke, 1995; Gökalp ve ark, 1998; Franco ve ark, 2002; Marco ve ark, 2006). Sucuk tipi fermente et ürünleri, dünyanın birçok yerinde farklı formülasyonlarla üretilmektedir. Bununla birlikte, biyojen amin oluşumu bu ürünlerin en önemli ortak sorunlarından biridir. Bu tür ürünlerin olgunlaşmasında etkili olan proteolitik enzimler, amino asitlerin serbest hale geçmesini sağlayarak, biyojen aminler gibi toksik bileşiklerin oluşumuna yol açmaktadırlar. Serbest hale gelen aminoasitler, sucuk mikroflorasının ürettiği dekarboksilaz enziminin etkisiyle, kaynağına bağlı olarak farklı biyojen aminlere dönüşmektedirler (Halász ve ark, 1994; Ercoşkun ve ark, 2000). Gıdalarda en sık rastlanılan biyojen aminlerin histamin, putresin, kadaverin, tiramin, β-feniletilamin, spermin ve spermidin olduğu belirtilmektedir (Kantaria ve Gokani, 2011; Özbay-Doğu ve Sarıçoban, 2015). Biyojen aminlerin oluşumu serbest aminoasitlerin varlığı, yüksek dekarboksilaz enzim aktivitesi gösteren mikroorganizmaların ortamda gelişmesi, pH ve sıcaklık gibi uygun çevre koşullarının bulunmasına bağlıdır (Maijala ve ark, 1993; Varlık, 1994).

Et ve et ürünlerinin önemli miktarlarda biyojen amin içerebildiği ifade edilmektedir. Taze etlerde yaygın olarak fazla miktarlarda spermin ve spermidine rastlanılmaktadır. Buna karşılık tiramin, kadaverin, putresin ve histaminin de et bozulmalarında sıklıkla oluşan biyojen aminler arasında yer aldığı bildirilmektedir. Ayrıca bu biyojen aminlerin bazı pişirilmiş et ürünlerinde fazla miktarlarda olduğu saptanmış ve bu durumun hijyenik kalitesi düşük et kullanımının sonucu olduğu değerlendirilmiştir (Hernandez-Jover ve ark, 1996; Smith ve ark, 1993).

Fermente et ürünleri; kıyılmış et ve yağın, tuz, nitrat ve/veya nitrit, şeker, çeşitli baharat ve/veya starter kültürler katılarak, karıştırılması ile elde edilen hamurun, doğal veya sentetik kılıflara doldurulması, daha sonra fermantasyona ve kurumaya maruz bırakılması ile üretilmektedir (Hugas ve Monfort, 1997; Soyer,

2002). Çok çeşitli fermente sosis ürünleri bulunmaktadır. Hammadde, et hamurunun kıyma derecesi, ilave edilen katkılar (tuz konsantrasyonu, nitrat / nitrit, baharatlar ve otlar, diğer katkı maddeleri), kılıf genişliği (kalibre), kılıf tipi ve olgunlaşma koşulları (sıcaklık, bağıl nem, küf kullanımı ve / veya duman) gibi çeşitli faktörlerin etkisi ile çok farklı fermente sosis ürünleri üretilebilmektedir. (Leroy ve ark, 2013; Toldrá, 2006). Tüm bu faktörler, her bir sosis tipolojisi ile ilişkili olan "tipik" özelliklerin oluşumuna katkıda bulunmaktadır. Sosislerin olgunlaştırılması sırasında çok sayıda parametre etkili olmakla birlikte kılıf tipi ve genişliği (kalibresi), istenen özelliklerin ortaya çıkmasında önemli rol oynayan faktörlerin başında yer almaktadır (Turhan, 2010).

Bu çalışmada; sucuk üretiminde farklı kalibrelere sahip doğal kılıf (44 mm, 50 mm, 53 mm, 58 mm, 61 mm) kullanımının, üretim (0. gün, 3. gün, son ürün) ve depolama süresince (15. gün, 1. ay, 2. ay) sucukların bazı kalite özellikleri ve biyojen amin içeriği üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Sucuk

Türk sucuğu standardı'na göre (TS 1070) sucuk; nem miktarı en çok %40, tuz miktarı en çok %5, pH 4.7-5.4 arasında, protein miktarı birinci sınıf sucukta en az %20, ikinci sınıf sucukta en az %18, yağ miktarı birinci sınıf sucukta en çok %30, ikinci sınıf sucukta %40 olan bir et ürünüdür (Anonim, 2012). Sucuk terimi tarihte ilk olarak 1072 yılında Kaşgarlı Mahmud'un yazdığı Divânu Lügati't Türk'te kullanılmıştır (Ercoşkun ve ark, 2011).

2.2. Fermente Sucuk

Fermente sucuk, belirli oranlarda kıyılmış et ve yağın, tuz, nitrat veya nitrit, çeşitli baharatlar, starter kültürler katılarak karıştırılması ile meydana gelen sucuk hamurunun, doğal ve yapay kılıflara doldurulmasından sonra fermantasyona ve kurutmaya tabi tutulması ile üretilen bir et ürünüdür (Hugas ve Monfort, 1997; Soyer, 2002).

Fermente sucukların resmi sınıflandırması ülkeden ülkeye değişebilmektedir: nem içeriğine, protein içeriğine, nem/protein oranına, kilo kaybına vb. özelliklere dayanarak sınıflandırmalar yapılabilmektedir (Adams, 1986; Zeuthen, 1995). Fermente sosisler (sausages) içerdiği neme göre nemli (%50-60), yarı kuru (%35-50) ve kuru (%20-35) fermente sosisler olmak üzere, 3 gruba ayrılabilmektedir (Campbell-Platt ve Cook, 1995). Sınıflandırma için ilave kriterler arasında kılıf çapı, bileşenlerin parçalanma derecesi, hammaddeyi elde etmek için kullanılan hayvan türleri, kullanılan yağ içeriği ve doku tipi ayrıca kullanılan baharatlar ve diğer et dışı bileşenler bulunmaktadır. 'Sosis olgunlaşması' terimi, kılıf dolumu ile ürünün satışa hazır olduğu zaman arasında meydana gelen değişiklikleri tanımlamak için kullanılmaktadır. Sosisin olgunlaşması "fermantasyon" (laktik asit oluşumu ve eşlik eden süreçler) ve "olgunlaştırma" (kurutma, aroma oluşumu, vb.) olarak ayrılmaktadır.

Fermantasyon işlemi, eti uzun süre muhafaza etmek ve yeni ürün elde etmek amacıyla kullanılan oldukça eski yöntemlerdendir. Fermantasyon sırasında üründe çeşitli fiziksel, biyokimyasal, mikrobiyolojik değişmeler meydana gelir ve istenilen tat, koku ve tekstür unsurları oluşur (Stahnke, 1995; Gökalp ve ark, 1998; Franco ve ark, 2002; Marco ve ark, 2006). Bu değişiklikler fermantasyon, pH düşüşü, ürün mikroflorasının değişmesi, nitratın nitrite indirgenmesi, proteolitik, lipolitik ve oksidatif değişiklikler ve dehidrasyon sonucu asidifikasyon olarak tanımlanabilmektedir (Casaburi ve ark, 2007; Ordóñez ve ark, 1999). Bu esnada karbonhidratlar laktik asit bakterileri tarafından parçalanmakta ve laktik asit oluşmaktadır. pH, et proteinlerinin izoelektrik noktasına kadar düşmektedir. Asit üretimi ve buna bağlı olarak pH'ın düşmesi formülasyona ilave edilen şekerin tipi ve konsantrasyonuna, mikroorganizmaların varlığına, fermantasyon süresince uygulanan sıcaklık ve kılıf çapı gibi faktörlere bağlı olarak farklılık göstermektedir (Dalmış, 2007). Bu değişmeler sonucu meydana gelen yeni durum (örneğin pH ve su aktivitesi düşüşü, tekstür oluşumu gibi) son ürünün kalitesinin değerlendirilmesinde önemlidir (Demeyer, 1982). Fermantasyon sırasında pH değerinin düşmesi ile su kaybı ve kuruma hızlanmakta, istenilen tekstür, tat, renk oluşmakta ve mikrobiyal bozulma önlenmektedir (Blom ve ark, 1996).

Sucukların olgunlaştırılma işlemi doğal koşullarda yapılabileceği gibi sıcaklık, bağıl nem ve hava sirkülasyonunun kontrol edildiği fermantasyon odalarında da yapılmaktadır. Sucuklar dolumdan sonra birbirlerine değmeyecek şekilde askılara asılarak olgunlaşmaya bırakılmaktadırlar. Olgunlaşma sırasında dış faktörler (bağıl nem, sıcaklık, hava sirkülasyonu gibi) ve iç faktörler (tuz, şeker, yağ miktarı, sucuk kılıfının kalibrasyonu gibi) önemli rol oynamaktadır (Anar, 2010). Üretimdeki en kritik aşama olan olgunlaştırma istenilen tat, lezzet, aroma ve renk gibi unsurların oluşumunu sağlamaktadır (Öztan, 2005). Sucuk üretiminde kurutma işlemindeki nem kaybına bağlı olarak ağırlık kaybı olmaktadır. Ağırlık kaybı, kuruma sonunda sucuktan uzaklaşan suyun hesaplanmasıyla bulunmaktadır (Anar, 2010).

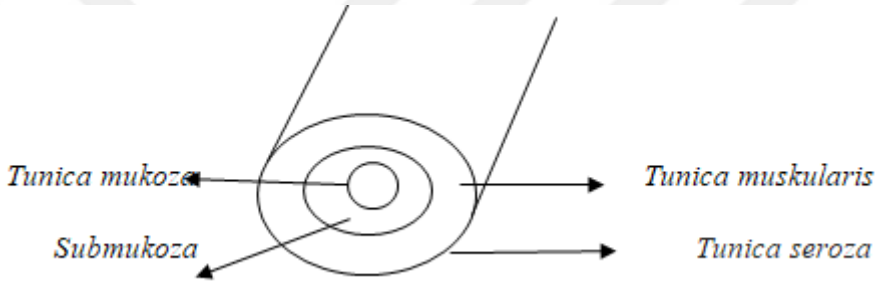
Kılıf kalibrasyonu, sucuğun hem fiziksel hem de mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkili olmaktadır. Aynı formülasyonla hazırlanmış ve aynı şartlarda olgunlaştırılan farklı kalibrasyonlara sahip iki sucuktan büyük kalibreli olanın su aktivitesi daha yavaş azalmakta ve dolayısıyla mikrobiyel faaliyet uzun süre devam etmekte buna bağlı olarakta pH düşüşü daha fazla olmaktadır.

2.3. Doğal Kılıf Yapımında Kullanılan Bağırsakların Anatomik ve Histolojik Yapıları

Yapılarına göre bağırsaklar, ince ve kalın bağırsaklar olarak ikiye ayrılmaktadır. İnce Bağırsak, 6 m'nin üzerindeki boyuyla sindirim kanalının en uzun bileşenidir ve üç anatomik bölüme ayrılmaktadır. Duodenum (25 cm uzunluğunda); ince bağırsağın birinci, en kısa ve en geniş kısmıdır. Midenin pilorunda başlamakta ve duodenojejunal bileşkede sonlanmaktadır. Jejunum (2,5 m uzunluğunda); duodenojejunal bileşkede başlamakta ve ince bağırsağın beşte ikilik kısmını oluşturmaktadır. Morfolojik özellikleri ileuma dönüşmek üzere kademe kademe değişmektedir. İleum (3,5 m uzunluğunda); jejunumun devamıdır ve ince bağırsağın beşte üçlük kısmını oluşturmaktadır. Distal ileum ve çekumun birleşme noktasındaki ileoçekal bileşkede sonlanmaktadır. İnce bağırsak, yiyeceğin sindirildiği ve sindirim ürünlerinin absorbsiyonunun gerçekleştiği ana bölgedir (Ross ve Pawlina, 2006).

Kalın Bağırsak, Çekum, kolon ve rektumdan oluşmaktadır. Histolojik olarak incelendiğinde bağırsak duvarı 4 katmandan oluşur (Şekil 2.1). Dıştan içe doğru, *Tunica seroza*; içi boşluklu organların en dış tabakasıdır. Mezotelyum denen tek katlı yassı epitel ve bunun altında uzanan az bir miktarda bağ dokusundan meydana gelen seröz bir membrandır. *Tunica muscularis* (kas tabakası); mukozanın en derin kısmı olan muskularis mukoza, iç kısım da sirküler ve dış kısımda longitudinal tabakalar halinde düzenlenmiş düz kas hücrelerinden oluşmaktadır. Bu kasın kasılması mukozanın hareketini sağlar ve absorbsiyonu ve salgılamayı kolaylaştıran kabartılar ve çukurlar oluşturur. *Submukoza*; mukoza ile

kas tabakası arasında bulunan damarlı bağ dokusudur. Elastik lifler içerir ve gevşek bağ dokusu tabakasıdır. Burada kan damarları, sinirler, lenf damarları ve lenfoid doku elemanları bulunmaktadır. *Tunica mukoza*; en içteki tabakadır. Bu tabaka koruma, salgılama ve emilim fonksiyonlarını gerçekleştiren epitel tabakadan oluşmuştur. Mukoza tabakası sindirim kanalının değişik bölümlerinde özel yapılar kazanmaktadır. *Tunica mukoza* ve *Tunica muskularis* arasındaki bağlantıyı *submukoza* sağlamaktadır. Doğal bağırsakları oluşturan kısım *submukoza* bölümüdür (Ross ve Pawlina, 2006).



Şekil 2.1. Bağırsak Duvarı Katmanları

2.4. Doğal Kılıflar (Bağırsaklar)

Çiğ ve kuru fermente sosisler, yüzyıllardır kesimden elde edilen, mukoza ve kas tabakalarından sıyrılan hayvan bağırsaklarının bir kısmı olan doğal kılıfların içine doldurularak üretilmektedir (Bakker ve ark, 1999). Doğal kılıflar kılıf piyasasının büyük bir bölümünü temsil etmektedir ve birçok geleneksel et ürününün önemli bir bileşenini oluşturmaktadır (Harper ve ark, 2012). İnce, kalın ve rektum bağırsakları taze ve kuru sosis üretimi için kılıflara işlenmektedir. Koyun, keçi ve domuzların ince bağırsakları, ince duvarlı, yenilebilir olarak kabul edilen ve çoğunlukla taze sosisler, sosisli sandviçler gibi kurutulmuş fermente sosislerle yenen dar çaplı doğal kılıflardır (Nakyinsige ve ark, 2012). Birçok faktör doğal kılıfların değerini etkileyebilmektedir. Hayvanın yaşı, cinsi, tüketilen yem ve hayvanların kendileri ile ilgili diğer faktörler veya yetiştirildikleri koşullar gibi

şeyler kılıfları etkilemektedir. Kılıflar genellikle temizlik, dayanma gücü, uzunluk, kalibrasyon, kürleme ve ambalajlama gibi faktörlere göre değerlendirilmektedir (Ockerman ve Hansen, 1988).

Doğal kılıflar, protein yapısında oldukları için ürünün besin değerine katkıda bulunmaktadır. Sosis üretimi için kullanılan doğal kılıfların hazırlanması daha çok emek gerektirmektedir ve kollajen ve selüloz kılıfların kullanımına göre daha hassas olmayı gerektirmektedir (Anonim, 2004; DeWied, 2001; Naghaski, 1971; Naghaski ve Rust, 1987; Ockerman, 1996; Pearson ve Dutson, 1988). Doğal kılıflar, dolum sırasında oluşan iç basınca direnç gösterecek kadar güçlü, su buharını, gazları ve dumanı geçirebilen, elastik yapıda ve sosis hamuruna sıkıca tutunabilen nitelikte olmalıdır (Heinz ve Hautzinger, 2007). Bu tip kılıflar, düzensiz kılıf çapı nedeniyle çoğunlukla geleneksel fermente sosis üretiminde ve kısmen endüstriyel üretimde kullanılmaktadır (Baltic ve ark, 2009). Sosis üretimi için kullanılacak doğal kılıfların endüstriyel olarak hazırlanması birkaç aşamaya dayanmaktadır: iç organlar çıkarıldıktan sonra, bağırsak yolları yıkanmaktadır ve çözünür bileşenleri çıkarmak için işlenmektedir. Farklı anatomik yapılar, ince ve kalın bağırsaklar, apandisit ve rektum ayrılmaktadır ve her kısım temizlenmektedir. Bağırsaklar daha sonra bağ ve yağ dokudan ayrılmaktadır ve bağırsak içeriği el ile uzaklaştırılmaktadır. Boş kılıflar daha sonra su ile yıkanmaktadır ve iç tabakalarından el ile veya mekanik olarak inceltilmektedir, çoğunlukla kollajenden oluşan bir bağ dokusu bırakılmaktadır, bu da hassasiyet ve geçirgenlik açısından işleme için önemli özellikler sağlamaktadır (Ockerman ve Hansen, 1988).

Doğal kılıf üretimi sürecinde, ne tür bir kılıfın üretilmesi gerektiğine bağlı olarak, bağırsak katmanlarından bir veya daha fazlası çıkarılmaktadır. Tabakaların çıkarılması geçirgenliği ve esnekliği arttırmakta aynı zamanda kılıfların mekanik direncini azaltmaktadır. Kılıf üretimi için bağırsağın işlenmesine, kesimden sonra, tercihen doku hala sıcakken ve çok hızlı bir şekilde ortaya çıkan bakteriyel bozulmayı önlemek ve mezenter ve yağın daha kolay çıkarılması için mümkün olan en kısa sürede başlanılmalıdır. İşlemden sonra kalan submukozal membran

esas olarak bağ dokusundan oluşmaktadır ve güçlü, elastik ve yenilebilmektedir. Koyun, keçi ve domuzların ince bağırsakları genellikle dar çaplı kılıf olarak kullanılmaktadır. Bu tür bir kılıf yenilebilir olarak kabul edildiği için esas olarak sosis ile birlikte tüketilmektedir. Kalın bağırsakta, submukoza ve kas tabakaları sıkıca bağlıdır, bu nedenle genellikle bu tip bir kılıf her iki tabakadan oluşmaktadır. Bu, kılıfın geçirgenliğini ve mekanik direncini etkilemektedir. Doğal kılıflar olarak kullanılabilen hayvan sindirim kanallarının diğer kısımları farklı şekillerde işlenmektedir ve işlem sonunda daha güçlü ve daha kalın duvarlara sahiptir, bu nedenle yenmez olarak kabul edilmektedir ve tüketilmeden önce bitmiş üründen soyularak çıkarılması gerekmektedir. Üretim süreçleri ölçüm, tuzlu su ile yıkama, kurutma, kuru tuzlama ve depolama ile tamamlanmaktadır. Kılıflar daha sonra boyuta göre sınıflandırma için şişirilmektedir ve bakterilerin büyümesini önlemek için tuzlama ve kürleme veya kurutma ile korunmaktadır ve tercihen +15°C'yi aşmayan depolama sıcaklıkları altında serin bir yerde saklanmaktadır. Sosis karışımı ile doldurulmadan hemen önce, doğal kılıflar tuzun uzaklaştırılması ve kılıf duvarının elastikiyetini arttırmak için suya batırılmaktadır. Bazen hijyenik koşulları iyileştirmek için laktik asit veya asetik asit (suya %2-3) eklenmektedir (Heinz ve Hautzinger, 2007).

Doğal kılıflar dondurulmaz, dondurma işlemi doğal kılıfların elastikiyetlerini ve sıkılıklarını kaybetmesine neden olmaktadır (Heinz ve Hautzinger, 2007; Wu ve Chi, 2010). Depolama süresi depolama sıcaklığına bağlıdır. Kapalı kaplarda kurutulmuş tuzlanmış kılıflar, yağların kokuşmasına neden olabilecek ışığın etkisinden korundukları için, 6 aydan 3 yıla kadar 6-8°C'de saklanabilmektedir. Depolama sıcaklığı arttıkça depolama süresi kısalmaktadır. + 15°C'ye kadar olan sıcaklıklarda, kılıf üç aya kadar saklanabilmektedir. (Savic ve Savic, 2002; Heinz ve Hautzinger, 2007). Doğal kılıflar genellikle kurutulmuş ve tuzlanmış olarak saklanmaktadır. Tuz dolum öncesi soğuk su ile durulanmaktadır. Kuru tuzlu kılıflar daha sonra birkaç saat suya batırılmaktadır (ılık suda 3-5 saat veya gece boyunca soğuk suda). Suya daldırma sadece tuz kalıntılarını gidermekle

kalmaz, aynı zamanda bağ dokusunun kollajen liflerini daha elastik hale getirmektedir. Organik tuzların, özellikle laktik asidin (%2) eklenmesi de bu etkiye katkıda bulunmaktadır. Tütsüleme ve kurutma sırasında, doğal kılıflar daha sert hale gelmektedir ve geçirgenlikleri azalmaktadır. Doğal kılıflar için ikinci bir depolama yöntemi doymuş tuzlu su çözeltisinde bekletmektir. Bu kılıflar sadece birkaç dakika ile bir saat ıslatıldıktan ve iyice durulandıktan sonra kullanıma hazır hale gelmektedir. Doğal kılıflar bu şekilde saklanırsa, buzdolabında saklanmalıdır (Bradley, 2002; Assessment, 2010).

2.5. Bağırsakların Kullanım Alanları

Bağırsaklardan birden çok endüstri alanında, farklı amaçlarla faydalanılmaktadır (Anonim, 1992; Arcıl, 1964; Kocaoğlu, 1964; Yalman,1982). Et ve et ürünlerinde kullanılan bağırsaklar için talep o kadar fazladır ki, bu talebi karşılamak için alternatif olarak yerine yapay bağırsaklar, plastik ve selülozdan kılıflar üretilmiştir. Görüntü ve tat olarak doğal bağırsaklar yapay bağırsaklara göre daha fazla tercih edilmektedir (Anonim, 1992; Arcıl, 1964; Yalman, 1982).

Kılıf özellikleri olarak doğal kılıflar yapay kılıflara göre daha üstündür. Organik yapısı sayesinde dolum esnasında içine konulan ürünle birlikte genişleyebilmekte, kurutma, olgunlaştırma vb. gibi temel proseslerde nem kaybına bağlı olarak ürün ile beraber büzülebilmektedir. Doğal bağırsak poröz yapısı sayesinde geçirgenlik özelliğine sahiptir. Buhar geçirgenliği iyi olduğundan ürünün hava dolaşımını sağlamaktadır. Farklı proseslerde (dumanlama) oksijen ve karbondioksit geçirgenliği ile ürüne geçişleri kolaylaştırmaktadır. Kurutulmuş bağırsak kullanılacağında suda bekletildiğinde eski haline dönmesi ile orijinal özelliklerini kazanmaktadır (Öztan, 2005).

Gıda endüstrisinde bağırsaklardan sosis üretiminde kılıf olarak faydalanılmaktadır. Bu şekilde çok çeşitli et ürünleri üretilmektedir. Sucuk, sosis, salam vb. et ürünlerinin üretiminde kılıf olarak ruminant hayvanların ince ve kalın bağırsaklarından faydalanılmaktadır (Anonim, 1980; Anonim, 1992; Arcıl, 1964;

Fischer ve Schweflinghaus, 1988; İnal, 1992; Öztan, 2005; Yalman, 1982; Yıldırım, 1992). Diğer tek tırnaklı hayvanların kalın bağırsakları geniş kılıf kalibreleri ve çok kıvrıma sahip olmaları nedeniyle sosis kılıfı olarak kullanılmak için uygun değildirler (Fischer ve Schweflinghaus, 1988).

Büyükbaş hayvanların ince bağırsaklarından (duodenum, jejunum, ileum) fermente sucuk üretiminde, kalın bağırsaklardan macar salamı üretiminde, kör bağırsaklardan ise et kavurma, jöle işkembe üretiminde yararlanılmaktadır. Küçükbaş hayvanların ince bağırsaklarından sosis ve kokoreç, kör bağırsaklarından salam üretiminde faydalanılmaktadır. Kalın ve düz bağırsakları ise halk arasında mumbar diye adlandırılan yemeğin yapımında kullanılmaktadır (Anonim, 1980; Anonim, 1992; Arcıl, 1964; Öztan, 2005).

Doğal bağırsakların daha çok tercih edilmesinin nedenleri arasında tat özelliği ve ürüne özellikle sucuğa nem giriş çıkışının olmasıdır (Anonim, 1992; Öztan, 2005). Doğal bağırsaklar protein yapısında olduğundan sucuk, sosis gibi ürünlerle bütünlük oluşturmaktadır (Anonim, 1988).

2.6. Biyojen Amin ve Biyojen Amin İçeriği Üzerine Etki Eden Faktörler

Biyojen aminler, esas olarak aminoasitlerin mikrobiyal dekarboksilasyonu ile oluşan ve çeşitli gıdalarda bulunabilen alifatik, aromatik veya heterosiklik yapılara sahip organik bazlardır (Silla Santos, 1996). Canlı organizmaların aktivitesi sonucu oluşmalarından dolayı ‘’biyojen aminler’’ olarak adlandırılmaktadırlar. Kimyasal yapılarına göre üç kategoride sınıflandırılırlar; aromatik aminler (histamin, tiramin, serotonin, β-fenilalanin ve triptamin), alifatik diamin (putresin ve kadaverin) ve alifatik poliaminler (agmatin, spermidin ve spermin) (Smith, 1980).

Gıdaların büyük bir kısmı serbest aminoasitleri veya proteinleri içermektedir. Mikrobiyal veya biyokimyasal aktivite koşulları sağlandığında biyojen amin oluşumu gerçekleşmektedir (Ten Brink ve ark, 1990). Gıdalardaki en önemli biyojen aminler genel olarak histamin, putresin, kadaverin, tiramin,

triptamin, 2-feniletilamin, spermin ve spermidindir. Biyojen aminler, şarap, fermente et ve balık ürünleri, peynirler ve fermente sebzeler gibi gıdalardaki mikrobiyal aktivitenin bir sonucu olarak oluşabilmektedir (Silla Santos, 1996; Shalaby, 1996). Salam ve kuru sosisler gibi yüksek protein içeriğine sahip hammaddelerden elde edilen fermente gıdalarda yüksek miktarda amin bulunabilmektedir. Kuru fermente sosisler potansiyel olarak biyojen amin birikimini desteklemektedir.

Aldehit ve ketonların aminasyonu, spesifik aminoasitlerin mikrobiyal dekarboksilasyonu ile sekonder dönüşümü ya da azotlu bileşiklerin ve azotlu parçalanma ürünleri gibi nitrojen içeren komponentlerin hidrolizi sonucu fermente gıdalarda, proteinlerin yıkılmasıyla amin oluşumu meydana gelmektedir (Leuschner ve ark, 1998; Nout, 1994; Silla Santos, 1996; Sözbilir ve Bayşu, 2008; Shalaby, 1996). Gıdalarda 20-37°C 'lik uygun sıcaklık ve pH 5-7 aralığında yeterli miktarda amin oluşturabilen mikroorganizma olması halinde amin oluşumunun hızlandığı fakat tuz miktarının %5'ten yüksek olması halinde ise biyojen aminlerin oluşumunun azaldığı bildirilmektedir (Aygün, 2003).

Gıdalardaki aminlerin miktarı ve çeşitliliği, ürünün yapısına ve mikroorganizmanın ortamda bulunup bulunmamasına göre değişkenlik göstermektedir (Dadáková ve ark, 2009). *Enterobacteriaceae* familyasındaki bakterilerin bir çoğunun ve *Pediococcus*, *Enterococcus* ve *Lactobacillus* türü bakterilerin biyojen amin oluşumunda etkin olduğu belirlenmiştir (Halász ve ark, 1994). Gıdalardaki biyojen amin konsantrasyonları hijyenik şartlardan etkilenmekte, gıda işleme ve depolama esnasında değişim göstermektedir. Bundan dolayı gıdalardaki biyojen aminlerin varlığı ile gıda kalitesi hakkında bilgi edinilmesi arasında bir ilişki bulunmaktadır (Karahan, 2003).

Et ve et ürünlerinde önemli seviyede biyojen amin bulunabileceği, bunun nedeninin mikrobiyolojik kontaminasyon ve uygunsuz depolama koşulları olabileceği bildirilmiştir (Hutarova ve ark, 2013). Bu sebeple, yüksek biyojen amin seviyeleri üretimde kullanılan etin kalitesinin düşük olduğunu göstermektedir

(Durlu-Özkaya ve ark, 2001). Biyojen aminlerden spermin ve spermidinin özellikle taze etlerde yaygın olarak var olduğu bildirilmektedir. Buna rağmen tiramin, kadaverin, putresin ve histamin gibi biyojen aminler et bozulmalarından sorumlu tutulmaktadır. Diğer yandan bazı pişirilmiş et ürünlerinde de yüksek miktarlarda biyojen aminlerin varlığına rastlanılmış, bu durum hijyenik açıdan kalitesi düşük et kullanımının bir sonucu olarak değerlendirilmiştir (Alper ve Temiz, 2001; Karahan, 2003; Kurt ve Zorba, 2008).

Fermente sucuklarla ilgili yapılan çalışmalarda önemli oranlarda biyojen amin tespit edilmiştir. Sucuk ve benzeri ürünlerde oluşan önemli biyojen aminler; putresin, histamin, kadaverin, tiramin, triptamin, β-feniletilamin, spermidin ve spermindir (Shalaby, 1996). Gençcelep ve ark (2008) tarafından yapılan bir çalışmada 30 farklı sucuk örneğinde biyojen amin analizleri yapılmış ve yapılan analizler sonucunda en önemli biyojen aminler tiramin ve putresin olarak bildirilmiştir. Bauer ve ark (1994) tarafından yapılan bir çalışmada da uzun süre depolanmış etlerde ve bozulmuş etlerin sucuk üretiminde kullanılması durumunda tiramin miktarının uygun bir indikatör olduğu belirtilmiştir (Bauer, 1994).

Fermente ürünlerdeki sosis çapı gibi diğer faktörlerin de olgunlaşma sırasında biyojen aminlerin oluşumunu etkilediği belirlenmiştir (Bover-Cid ve ark, 1999). Daha geniş çaplı sosislerdeki biyojen aminlerin konsantrasyonlarının daha dar çaplı sosislerden yüksek olabileceği bildirilmiştir (Eerola ve ark, 1996).

Bover-Cid ve ark (1999), biyojen amin içeriği ile kuru fermente sosislerin büyüklüğü arasında bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Sosisin çapı, mikroorganizmaların büyüdüğü ortamı etkilemektedir; örneğin, büyük çaplı sosislerde tuz konsantrasyonunun genellikle daha düşük olduğu ve su aktivitesinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Daha büyük bir çapın, tiramin ve putresin gibi belirli aminlerin daha fazla üretiminin nedenlerinden biri olabileceği ifade edilmiştir (Parente ve ark, 2001). Genel olarak, büyük çaplı sosislerdeki biyojen amin seviyeleri, ince sosislerden daha yüksektir (Trevino ve ark, 1997). Sosislerde biyojen amin üretimini etkileyen kimyasal ve fiziksel faktörler arasında pH, NaCl,

sucuk çapı, sıcaklık, katkı maddeleri sayılabilmektedir. Biyojen amin üretimi ile laktik asit fermantasyonunun neden olduğu pH azalması arasında bir korelasyon bildirilmiştir (Eitenmiller ve ark, 1978; Santos-Buelga ve ark, 1986). Fermente sosislerin fermantasyonu ve depolanması sırasında su miktarındaki ve tuz/su oranındaki değişim, mikrobiyal çoğalmada önemli bir rol oynamaktadır. *L. bulgaricus*'un amin üretim oranının, ortamdaki tuz konsantrasyonu % 0'dan % 6'ya yükseldiğinde önemli ölçüde azaldığı ifade edilmiştir (Chander ve ark, 1989). Sucuk çapı veya sosisin çapı, mikroorganizmaların büyüdüğü ortamı etkilemektedir. Daha geniş çaplı sosislerde tuz konsantrasyonu genellikle daha düşüktür ve su aktivitesi daha yüksektir. Ayrıca amin içeriğinin sıcaklığa bağlı olduğu ve zaman ve depolama sıcaklığı ile birlikte arttığı bildirilmektedir (Klausen ve Lund, 1986; Diaz-Cinco ve ark, 1992; Halász ve ark, 1994). *Carnobacterium divergens*, 25°C'de 15°C'den daha fazla tiramin ürettiği rapor edilmiştir (Masson ve ark, 1999). 4°C'de depolanan fermente sosislerde, 15°C'de depolananlara göre daha düşük biyojen amin miktarları tespit edildiği bildirilmektedir (Bover-Cid ve ark, 2000). Sosislere şeker ilavesi, starter kültürlerin büyümesini artırabildiği için biyojen amin üretimini etkilediği rapor edilmiştir. Tiramin ve kadaverin en önemli biyojen aminler arasındadır ve şeker içermeyen sosislerde konsantrasyonlarının iki katına çıktığı gözlenmiştir. Dahası, şekerin yokluğu, tiramin, kadaverin, putresin ve triptaminin belirgin artışı ile depolama sırasında biyojen amin oluşumuna duyarlılığı etkilemiştir (Bover-Cid ve ark, 2001). İtalyan kuru sosislerine sodyum nitrit (150 mg/kg) eklenmesinin, putresin ve kadaverin birikimini azaltabilmektedir, ancak kürleme maddesinin varlığının histamin konsantrasyonunda üç kat artışa neden olduğu tespit edilmiştir (Cantoni ve ark, 1994).

2.7. Farklı Kılıf Kalibreleri Kullanılarak Üretilen Sucuklar

Günümüzde geleneksel sucuk üretimi azalmaya başlamış bunun yerini kontrollü koşullarda üretim almaya başlamıştır. Arzu edilen karakteristik özellikleri

elde etmek için dış faktörler (sıcaklık, bağıl nem) ve iç faktörler (yağ ve tuz içeriği, starter kültür, kılıf çapı vb.) ayarlanabilmektedir. Bu faktörler son üründe önem arz eden değişimlere neden olabilmektedir. Sucuk üretiminde formülasyona katılan şekerin tipi ve konsantrasyonu, mikroorganizmaların varlığı, fermantasyon süresince uygulanan sıcaklık ve kılıf çapı gibi faktörlerin asit üretimi ve buna bağlı olarak pH'ın düşmesine neden olduğu belirtilmektedir (Dalmış, 2007).

Et ürünleri üretiminde son ürün kalitesini ortam sıcaklığı, üretim süresi, bağıl nem, sosis çapı, kılıf tipi, starter kültür kullanımı, farklı karbonhidrat kaynaklarının kullanımı (glukoz, laktoz ve dekstrinler gibi) gibi birçok faktör etkilemektedir (Demeyer ve ark, 1986).

Sucuğun fiziksel ve mikrobiyolojik özellikleri üzerinde kılıf kalibrasyonu etkili olmaktadır. Aynı tip kılıfla hazırlanmış ve aynı şartlarda olgunlaştırılmış farklı kalibrasyonlara sahip iki sucuktan büyük kalibreli olanda su aktivitesinin daha yavaş azaldığı bundan dolayı da mikrobiyel faaliyetin daha uzun süre devam ettiği ve pH düşüşünün daha fazla olduğu bildirilmiştir. Sucuk ve benzer fermente ürünlerin olgunlaşmasında çok sayıda parametre etkili olmaktadır. Bunlar arasında bağıl nem, sıcaklık, yağ miktarı, tuz ve şeker miktarı, etin parçalanma derecesi, kılıf tipi ve genişliği (kalibresi) bulunmaktadır. Ayrıca olgunlaşma sırasında pH, su aktivitesi, tekstür ve ağırlık kaybı oldukça önemli kriterlerdir. Ayrıca olgunlaştırma esnasında düzenli periyotlar halinde takip edilen bu değerler, olgunlaşma gidişatının takibi ve kaliteli ürün üretimi için gereklidir (Turhan, 2010).

Keller ve ark (1974) kurutma sırasında et parça büyüklüğü ve kılıf çapının sosis özellikleri üzerine etkisi üzerine yaptığı çalışmada, 45 günlük kuruma sırasında sosis çaplarının sırasıyla 52, 62 ve 73 mm'den 37, 48 ve 58 mm'ye düştüğünü gözlemlemiştir. Her sosis çapı grubundaki kimyasal değişiklikler, nem içeriğindeki azalma oranına bağlı ve ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Beklenildiği gibi, sosis kılıfının çapı arttıkça nem kaybı oranının daha yavaş olduğu görülmüştür. 30 günde, 52 mm ve 73 mm çaplı sosisler arasındaki nem içeriğinde %6.4'lük bir fark meydana gelmiştir. 18 saat fermantasyonda 30 ve 45. günlerde

pH 4.9 ve 5.0'a yükseldiği görülmüştür. Bu değerlerin yarı kuru aşamadaki sosisler için 4.5 ila 5.4 aralığında olduğu bildirilmiştir (Kramlich, 1971). 52 ve 73 mm çaplı kurutulmuş sosislerin dış ve iç kısımlarının nem analizinde, konum farklılıklarının %7' yi geçmediği tespit edilmiştir. 62 mm çapında sosisler için benzer konum farklılıkları gözlenmiştir. 52 ve 62 mm sosislerde 30 ve 40 gün arasında maksimum %40-45 büzülme elde edilmiştir. %40'ın üzerinde büzülme olan sosisler "tamamen kurutulmuş" olarak kabul edilmektedir (Wilson, 1960). Hwang (1991), 35 ve 75 mm kalibredeki sucukları ağırlık kayıpları bakımından karşılaştırmış ve 75 mm kalibredeki sucukların ağırlık kayıplarının 35 mm'ye göre daha az olduğunu bildirmiştir. Muguerza ve ark (2002) ağırlık kaybı üzerinde; gelişme odasının sıcaklığı ve nemi, hava akımı, yağ içeriği, fermantasyon süresi, kılıfın yapıldığı materyal, kılıf genişliği gibi faktörlerin etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Walz ve ark (2018) yaptıkları çalışmada, sosis üretimi için farklı kılıf malzemeleri (Ko-ekstrüde aljinat, kollajen ve doğal muhafaza) kullanılmıştır. Kollajen (çap 21 mm), doğal kılıflar (çap 20-22 mm) ve aljinat kılıflar (çap 21 mm) kullanılmıştır. Genel olarak, kullanılan kılıf türünden bağımsız olarak tüm sosislerin yüzeyinde depolama sırasında nem içeriği artmıştır. Aljinat kılıfı ile üretilen sosislerin yüzeyi depolama sürecinin tamamında önemli ölçüde daha yüksek nem içeriği göstermiştir. Bu, aljinat jellerinin, kuru fermente sosislerde nemi de bağlayabildiğini ve yüzeyde daha yüksek nem içeriğine yol açtığını göstermektedir. Tüm depolama süresi boyunca aljinat kılıflarında en yüksek mineral içeriği gözlendiği, kollajen kılıfları tüm depolama sırasında en düşük mineral içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Bover-Cid ve ark (1999) biyojen amin içeriği ile kuru fermente sosislerin büyüklüğü arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada, fermente sosislerde biyojen amin içeriği ve ilgili parametreler (pH, nem ve proteoliz) üzerindeki çapın etkisini incelemek için üç çalışma yapmışlardır. İlk deneme, farklı çaplarda üç grup İspanyol kuru fermente sosis üzerinde yapılmıştır. İkincisinde, salchichoan sosislerinin iki bölümü (orta ve kenar) incelenmiştir. Son deneme, aynı koşullar

altında fermente edilmiş, ancak iki farklı çapa sahip iki sosis grubunun olgunlaşmasının incelenmesinden oluşmuştur. Biyojen amin içeriği, farklı ürün tipleri arasında ve aynı tip numuneler arasında değişmiştir. Genel olarak, en büyük çaplı sosislerdeki amin seviyeleri en ince sosislerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Sosislerin orta kısmında amin içeriği kenardan daha yüksek olduğu görülmüştür. Olgunlaşma sırasında, en büyük çapa sahip sosislerde daha büyük tiramin miktarları oluşmuştur. Çap, pH, proteoliz ve bazı aminler arasında istatistiksel korelasyonlar bulunmuştur. Bu üç çalışmanın sonuçları, çapın sosis fermantasyonu sırasında biyojen aminlerin oluşumunu etkileyebilecek bir faktör olduğu hipotezini desteklemektedir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Bu çalışma kapsamında kullanılan doğal kılıflar (hava kurusu sığır ince bağırsağı) Şahinler Ham Deri Bağırsak Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi'nden temin edilmiştir. Çalışmada beş farklı kalibrede doğal kılıf (44 mm, 50 mm, 53 mm, 58 mm ve 61 mm) kullanılmıştır (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Doğal kılıflar (hava kurusu sığır ince bağırsağı)

Çalışmada kullanılan %20 yağ içeren dana eti Güneşer Et Gıda Tarım Ürünleri Sanayi ve Ticaret Limited Şirketinden temin edilmiştir. Sucuk üretiminde kullanılan baharatlar (sarımsak, kırmızıbiber, karabiber, kimyon, yeni bahar) Adana piyasasından temin edilmiştir. Üretimde kullanılan starter kültür karışımı (*Staphylococcus carnosus* ve *Latilactobacillus sakei*) Frutarom – Etol Aroma ve Baharat A.Ş. (Kocaeli)'den temin edilmiştir.

Sucukların üretimi Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Pilot Sucuk İşletmesi'nde yapılmış ve analizler Gıda Mühendisliği Bölümün'de gerçekleştirilmiştir.

3.2. Metod

3.2.1. Sucuk üretimi

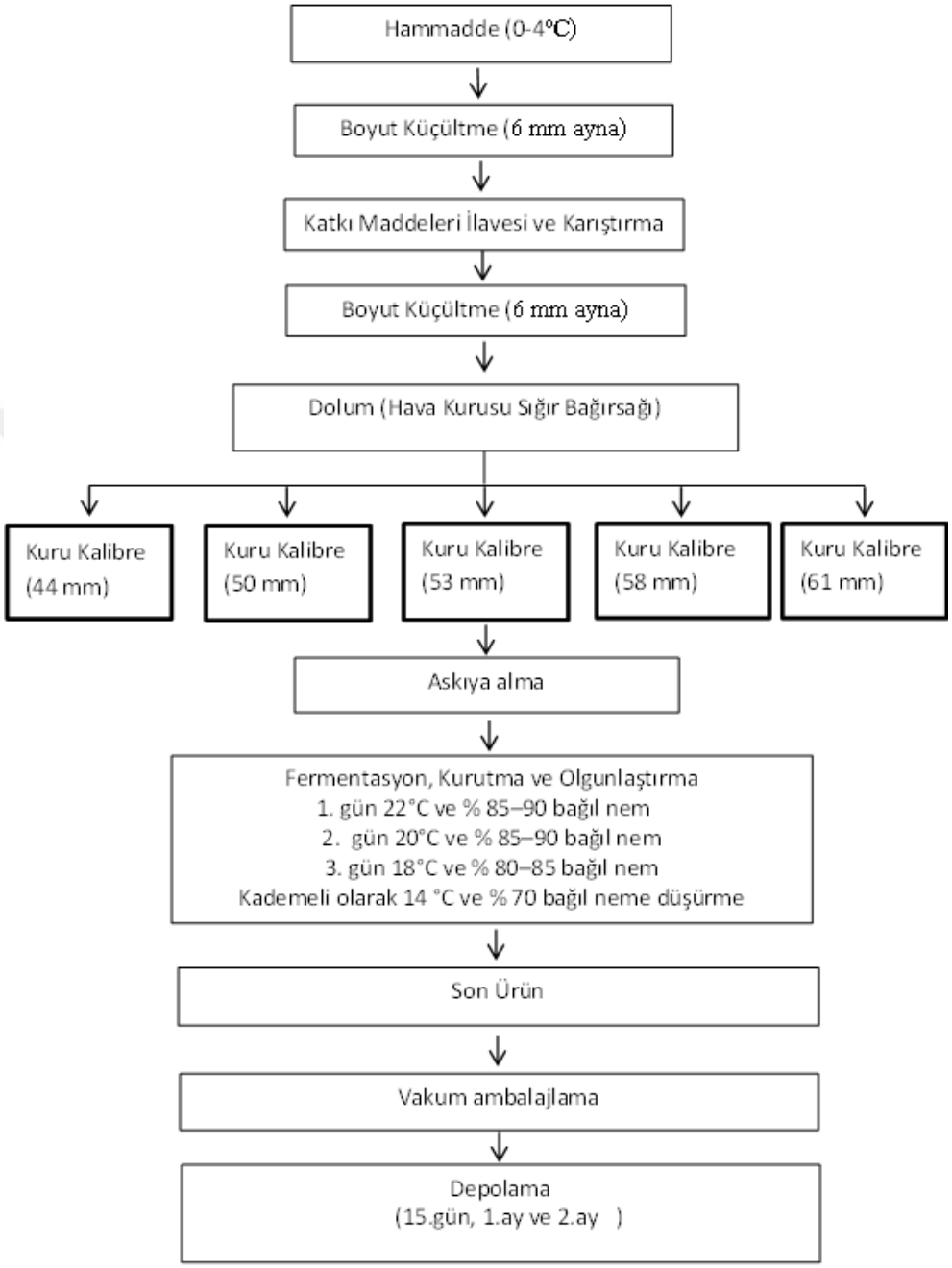
Sucukların üretiminde kullanılan formülasyon Çizelge 3.1.'de ve sucuk üretimine ait akış şeması Şekil 3.2.'de verilmiştir (Gökalp ve ark, 2002).

Çizelge 3.1. Sucuk Formülasyonu

Formülasyon	100 kg et için
Kırmızı et (kg)	80
Yağ (kg)	20
Tuz (kg)	1.75
Şeker (kg)	0.6
Sarımsak (kg)	1
KırmızıBiber (kg)	0.7
Karabiber (kg)	0.5
Kimyon (kg)	0.9
Yeni Bahar (kg)	0.25
Starter Kültür (kg)	0.025
Sodyum Nitrit (mg/kg)	150

Sucuk üretimi amacıyla, 4°C'nin altına soğutulmuş ve %20 yağ içeren dana etleri, öncelikle 6 mm çapında ayna kullanılarak soğutmalı kıyma makinesinde çekilmiştir. Elde edilen kıyma üzerine baharatlar ilave edilip karıştırılmış ve starter kültür karışımı (*S. carnosus* ve *L. sakei*) ilave edilip tekrar karıştırılmıştır. Daha sonra karışım, 3 mm çapındaki ayna kullanılarak tekrar soğutmalı kıyma makinesinde çekilmiş ve sucuk hamuru elde edilmiştir. Elde edilen sucuk hamurunun, 44 mm, 50 mm, 53 mm, 58 mm, 61 mm kalibreye sahip beş farklı doğal kılıfa dolumu gerçekleştirilmiştir. Dolum yaklaşık olarak 300-320 gram olarak yarım kangal şeklinde gerçekleştirilmiş ve sucuklar uç kısımlarından bağlanmıştır. Bağlanan sucuklar askılara alınmış ve sıcaklık, nem ve hava hızı

kontrolüne sahip özel üretim fermentasyon kabinine yerleştirilmiştir. Fermentasyon kabininde 1.gün 22°C ve % 85-90 bağıl nem, 2. gün 20°C ve % 85–90 bağıl nem ve 3. gün 18°C ve % 80–85 bağıl nem olmak üzere fermentasyon gerçekleştirilmiştir. Kurutma ve olgunlaştırma aşamasında sıcaklık ve nem kademeli olarak 14°C ve %70 bağıl neme kadar düşürülmüştür. Üretim sonunda elde edilen sucuk örnekleri vakum ambalajlar içeresinde buzdolabı (< 4°C) koşullarında 2 ay süre ile depolanmıştır. Üretim aşamasında (0 ve 3. gün), son üründe, 15. günde, 1. ay ve 2. ayda sucuk örnekleri alınmış ve analizler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.2. Sucuk Üretim Aşamaları

3.3.2. pH Analizi

Sucuk örneklerinden 5 g alınarak 45 mL saf su ilave edilip, masa tipi bir parçalayıcı-karıştırıcı (Waring Commercial Blender, Torrington, CT, USA) ile karışım homojenize edilmiştir. Uygun tampon çözeltilerle kalibre edilen pH metre (Mettler Toledo, USA) kullanılarak karışımın pH'sı ölçülmüştür (Gökalp ve ark, 2001).

3.3.3. Titrasyon Asitliği Tayini

Sucuk örneklerinden 5 g alınarak, 45 mL saf su ile karıştırılarak homojenize (Waring Commercial Blender, Torrington, CT, USA) edilmiştir. Homojenize edilen karışım 0.01 N NaOH çözeltisiyle titre edilmiş ve elde edilen değer aşağıda gösterilen eşitlik kullanılarak titrasyon asitliği laktik asit cinsinden hesaplanıp tespit edilmiştir (Gök, 2006).

% Asitlik = V x N x 0,09 x100 / m

V: Titrasyonda harcanan NaOH çözeltisinin miktarı (ml)

N: Harcanan NaOH çözeltisinin normalitesi

m: Örnek miktarı (g)

3.3.4. Nem Tayini

Sucuk örnekleri parçalayıcı-karıştırıcı (Waring Commercial Blender, Torrington, CT, USA) kullanılarak homojenize edilmiştir. Etüvde (Memmert, Universal oven tech., Almanya) 100°C'de 2 saat bırakılan steril aluminyum tartım kapları desikatöre alınıp soğutulmuştur. Desikatörde soğutulan tartım kaplarına homojenize edilmiş olan sucuk örnekleri, hassas terazi (Sartorius TE214S, ABD) kullanılarak 3 g (0.0001 g hassasiyetle) olmak üzere tartılmış ve 100 ºC'ye ayarlı etüvde 16 saat kuruması için bırakılmıştır. Kurumaya bırakılan sucuk örnekleri desikatöre alınarak soğutulduktan sonra tartımları yapılmıştır. Örneklerdeki % nem içeriği ağırlık kaybı değeri üzerinden hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

Hesaplamada kullanılan formül:

% Nem= [Ağırlık kaybı / Örnek ağırlığı] ×100

3.3.5. Kül Tayini

Krozeler konveksiyonel fırına (Protherm, PLF 130/45, Türkiye) alınarak tamamen kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra krozeler, desikatörde oda sıcaklığına gelene kadar 30 dakika bekletilmiştir. Pens yardımı ile desikatörden alınan krozeler 0.0001 hassasiyet ile hassas terazide (Sartorius TE214S, data weighing systems, ABD) tartılmıştır. Tartımdan sonra, masa tipi parçalayıcıdan geçirilip homojenize edilmiş örneklerden 1.5 g ile 3 g arası krozelere alınmış ve 0.0001 hassasiyet ile tartılmıştır. Hazırlanan örnekler yakma fırınına yerleştirilmiş ve 600˚C sıcaklıkta en az 1 gün yakılmıştır. Bu süreç sonunda fırının ısı derecesi kapatılmış ve sıcaklık 40˚C ‘ye gelene kadar örnekler fırında bekletilmiştir. Örneklerin sıcaklığı 40˚C’ye geldiğinde, krozeler desikatöre alınarak oda sıcaklığına gelene kadar bekletilmiştir. En son pens kullanılarak son tartım alınmış ve aşağıda verilen formül ile hesaplamalar yapılmıştır (AOAC, 2000).

% kül = [(ilk tartım – son tartım) /örnek tartımı] x100

3.3.6. Renk Ölçümü

Konika Minolta Chroma Meter CR-400 (Japonya) cihazı ile örneklerin renk ölçümü yapılmıştır. Cihazın kalibrasyonu işleme başlamadan önce cihaza ait standart kalibrasyon skalası ile gerçekleştirilmiştir. Örneklerin dış yüzeylerindeki ve iç kesitlerindeki 3 farklı noktadan L*, a* ve b* değerleri ölçülmüş, Chroma = $\sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$ ve Hue = $\tan^{-1}(b^*/a^*)$ formülleri ile Chroma ve Hue değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler 3 boyutlu koordinat sistemi ile gösterilmektedir. Parlaklıktan koyuluğa gidişi L* değeri belirtirken, +a* değeri kırmızılığa, -a* değeri yeşilliğe, +b* değeri sarılığa, -b* değeri ise maviliğe gidişi ifade etmektedir (Lee ve ark, 2001).

3.3.7. Tekstür Profil Analizi (TPA)

Tekstür analiz cihazı (TA.XT2, Godalming, Surrey, Birleşik Krallık) ile örneklerin tekstür ölçümleri yapılmıştır. Sucuk örneklerini temsilen 1 cm kalınlığında ve 3 cm çapında 5 örnek alınmış, 3.0 mm/s (ön-test), 1.0 mm/s (test) ve 3.0 mm/s (son test) hızda aşağıya hareket eden 50 mm çapında probun (TA-25, 2" dia. cyl., alum., İngiltere) altına konularak ölçümler (örnek kalınlığının %75'ini sıkıştırma) gerçekleştirilmiştir. Sertlik (Hardness), Tutunabilirlik (Adhesiveness), İç Yapışkanlık (Cohesiveness), Çiğnenebilirlik (Chewiness) ve Esneklik (Resilience) değerleri tekstür analiz cihazında hesaplanmıştır (Kargozari ve ark, 2014).

3.3.8. Biyojen Amin Tayini

Analizin yapılması için, bir tüp içerisine 2 g homojenize edilmiş örnek tartılmıştır. Sucuk örnekleri 20 mL 0.4 M perklorik asit ile homojenizatör (Ultraturrax 8000 rpm) yardımıyla parçalanmıştır. 3000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiş, kaba filtre kağıdından, 50 mL balon joje'ye süzülmüş ve kalıntıya tekrar 20 mL 0.4 M perklorik asit eklenerek işlem tekrar edilmiştir. Balon joje 50 mL'e gelene kadar 0.4 M perklorik asit ile tamamlanmıştır. Örnek türevlendirmesinde ise, 1 mL ekstrakt, 200 µL 2 N NaOH ile alkali hale getirilmiş ve 300 µL doymuş $NaHCO_3$ ilave edilmiştir. Sonra 2 mL dansil klorit ilave edilip 40°C'de 45 dakika bekletilmiş ve 100 µL (%25'lik) amonyak eklenmiştir. Toplam hacim 5 mL'ye asetonitril ile tamamlanıp örnekler 3000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiş ve 0.45 µm PTFE filtreden geçirilmiştir. Standart eğri çizmek için analiz edilen biyojen amin standartlarından alınmış ve 1 mL'ye perklorik asit ile tamamlanıp örnek türevlendirmesinde olduğu gibi türevlendirilmiştir. Amonyum asetat (0.1 M; A fazı) ve asetonitril (B fazı) mobil faz olarak kullanılmıştır. Mobil faz akış hızı, 1 mL/dak. olarak ayarlanarak ölçümler 254 nm de gerçekleştirilmiştir. Biyojen aminlerden Tryptamine, 2-Phenylethylamine, Putrescine, Cadaverine, Histamine,

Tyramine, Spermidine, Spermine belirlenmiştir (Eerola ve ark, 1993; Gençcelep, 2006).

HPLC Cihazı Koşulları:

HPLC (Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisi) (Shimadzu LC-20AT, Japonya), Diode Array Dedektör (DAD, SPD-M20A) ve gradient akış kullanılmıştır. Kolon olarak Nukleodur 100-5-C18 (12.5X4 mm) kolon kullanılmıştır.

Kromatografik Ayrım

1. Mobil faz programı

Başlangıç (0. dakika): %50 Mobil Faz B, %50 mobil faz A

25. dakika: %90 Mobil Faz B, %10 Mobil Faz A

30. dakika: %90 Mobil Faz B, %10 Mobil Faz A

35. dakika: %50 Mobil Faz B, %50 mobil faz A

2. Enjeksiyon

Cihazın sabit enjeksiyon Lopu'na (20 µL) olarak tüm standartlar ve örnekler enjekte edilmiştir.

3. Tanımlama

Tanımlamada spektrum analizi yapabilen bir Diode Array Dedektör (DAD) kullanılmış ve ölçümler 254 nm dalga boyunda yapılmıştır.

Piklerin tanımlanması yüksek saflıktaki standart maddelerin çıkış süreleri ve spektrumları, örneklerin pikleri ile kıyaslanarak gerçekleştirilmiştir.

4. Hesaplama

Stok solüsyonlardan elde edilen kalibrasyon eğrileri kullanılarak elde edilen denklemler vasıtası ile hesaplama yapılmıştır.

3.3.9. Tiyobarbütirik asit reaktif substans (TBARS) Analizi

Homojen edildikten sonra 5 gram alınan sucuk örneğinden 30 mL soğuk %7.5'lik triklor asetik asit (TCA) eklenerek Ultraturrax ile 9500 devirde 1 dakika

karıştırılmıştır. Karışım 6000 devirde 20 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi bittikten sonra elde edilen örnek vakum filtre ile Watman 1 nolu filtre kağıdından geçirilip süzülmüştür. Süzüntüden cam tüplere 5 mL alınmıştır ve 5 mL 0.02 M TBA çözeltisi üzerine ilave edilmiştir. Kör olarak 5 mL saf su ve 5 mL TBA çözeltisi kullanılmıştır. Oluşan karışım vortekslendikten sonra 35 dakika 100°C'de su banyosunda bekletilmiştir. Tüpler işlem sonunda su altında soğutulmuştur. Tüpler 532 nm'de şahide karşı okunmuştur (Mielnik, 2006).

Kullanılan çözeltiler:

% 7,5'luk TCA çözeltisi: 75 gr TCA tartılarak 500 mL saf su içerisinde çözündürülmüş ve çözelti 1000 mL'lik balon jojeye aktarılarak seviyesine tamamlanmıştır.

0,02 mol/L TBA (2-Tiyobarbütirik asit) çözeltisi: 1.4414 g TBA 250 mL 0.1 N HCI içerisinde çözündürülmüş ve çözelti 500 mL'lik balon jojeye aktarılarak seviyesine 0.1 N HCI ile tamamlanmıştır.

0,1 N HCl çözeltisi: 8.29 mL %37'lik HCl'den pipetle alınmıştır, 1000'mL'lik balon jojeye aktarılmıştır ve seviyesine kadar saf su ile tamamlanmıştır.

Spektrofotometreden (Perkin Elmer Lambda 25 UV/VIS, Waltham, MA, USA) okunan absorbans değeri 1,3,3-tetraethyoxypropane (TEP) ayracı kullanılarak çizilen kurve yardımıyla sucuk örneklerindeki malonaldehit miktarı mg malodialdehyde (MA)/kg olarak hesaplanmıştır.

3.3.10. Duyusal Analiz

Son ürün aşamasında sucuk örneklerinin duyusal değerlendirilmesi 10 kişilik bir panelist grubu tarafından gerçekleştirilmiştir. Pişirilmiş sucukların dış görünüşü, rengi, aroması, tadı, tekstürü, genel izlenimi panelistler tarafından değerlendirmişlerdir. Aynı panelistler tarafından sabah ve öğleden sonra oturumları olmak üzere, sucuk örneklerinin değerlendirilmesi iki defa tekrarlanmıştır. Duyusal

değerlendirme hakkında ön bilgi verilen panelistler duyusal değerlendirme odasında bireysel kabinlerde örnekleri değerlendirmiştir. Sucuk örnekleri hazırlık odasında panelistler yerlerine alındıkları sırada hazırlanmıştır. Bu amaçla örnekler 1 cm kalınlığında dilimler halinde kesilirek çift plakalı elektrikli ızgarada alttan ve üsten ısıtılarak 1 dakika süre ile pişirilmiştir. Örnekleri üç haneli tesadüfi rakamlar ile kodlanmışlardır. Örnekler arasında kullanılmak üzere panelistlere su ve tuzsuz bisküvi verilmiştir (Meilgaard ve ark, 2006; Soncu ve ark, 2018).

Duyusal değerlendirmede, panelistler tarafından kullanılan form Ek 1'de sunulmuştur.

3.3.11. İstatistiksel Analiz

Sucuk örneklerine ait veriler istatistiksel analizinde SPSS sürüm 20 (IBM SPSS Statistics, Armonk, NY, ABD) programı kullanılmıştır. Veriler varyans analizine (One-way ANOVA) tabi tutulmuş ve Duncan çoklu karşılaştırma testi örnekler arasındaki önemli farklılıkların belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. pH Tayini

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının üretim ve depolama süresince pH değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.1'de, ve Ek 2'de verilmiştir. Sucuk örneklerinin ortalama pH değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi üretim aşaması olarak kabul edilen 0. gün, 3. gün ve son üründe istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. pH değerinin son ürün örneklerinde ortalama 4.96 ile 4.98 arasında değiştiği belirlenmiştir. Depolamanın 15. gün ve 2. ayında kılıf kalibrelerinin pH değerleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Depolamanın 1. ayda ise kılıf kalibrelerinin etkisi önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur ancak örneklerin pH değerleri arasındaki farkın sınırlı olduğu görülmektedir. Depolama sonunda (2.ay) örneklerinin ortalama pH değerleri 5.06 ile 5.16 arasında değişmiştir.

pH değerlerinde üretim süresince önemli ($p < 0.05$) azalmalar gözlenmiştir. Sucuk örneklerinin 0.gündeki ortalama pH değerleri 6.09 iken 3. günde 5.01 -5.05 ve son üründe 4.96 -4.98 arasında değişmektedir. Bu durum özellikle ilk üç günlük fermentasyon aşamasında pH değerlerinde belirgin derecede azalmanın olduğunu ortaya koymaktadır. Depolama boyunca ise her bir kılıf kalibresine ait örneklerin pH değeri ilk 15 günde azalmış ve 1. ve 2. ayda ise tekrar yükselişler gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.1. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların pH değerleri üzerine üretim ve depolama süresince etkisi

Uygulamalar	0.gün	3.gün	Son ürün	15.gün	1.ay	2.ay
A(44 mm)	$6.09\pm0.02^{A*}$	5.05 ± 0.01^{B}	4.97 ± 0.02^{C}	4.59 ± 0.06^{E}	4.70 ± 0.04^{bD}	5.06 ± 0.06^{B}
B(50 mm)	6.09 ± 0.02^{A}	5.04 ± 0.02^{C}	4.96 ± 0.02^{D}	4.66 ± 0.01^{E}	4.67 ± 0.02^{bE}	5.16 ± 0.02^{B}
C(53 mm)	6.09 ± 0.02^{A}	5.01 ± 0.03^{BC}	4.98 ± 0.01^{C}	4.64 ± 0.01^{D}	4.70 ± 0.01^{bD}	5.08 ± 0.08^{B}
D(58 mm)	6.09 ± 0.02^{A}	5.02 ± 0.02^{C}	4.97 ± 0.02^{C}	4.66 ± 0.02^{E}	4.80 ± 0.01^{aD}	5.11 ± 0.06^{B}
E(61 mm)	6.09 ± 0.02^{A}	5.04 ± 0.01^{C}	4.98 ± 0.01^{D}	4.68 ± 0.01^{F}	4.83 ± 0.04^{aE}	5.16 ± 0.01^{B}

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği (Tebliğ No:2018/52)' ne göre fermente sucukta pH değeri en yüksek 5.4 olmalıdır. Fermantasyon ve olgunlaştırmanın son günündeki sucuk örneklerinin ilgili tebliğde belirtilen değerin altında pH değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Benzer şekilde, Arslan (2016) tarafından yapılan bir çalışmada sucuk hamurunun pH değerinin ortalama 5.86 iken fermantasyon sonucu, 3.günde ortalama 4.85 olduğu tespit edilmiştir. Stajić ve ark (2013) tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise 38 mm çapına sahip kılıflar kullanılarak üretilen fermente sosislerde 14.günde pH değerlerinin 4.80 ile 4.91 arasında olduğunu tespit edilmiştir. Çelebi Sezer (2012) tarafından, fermente sucuktan izole edilen bazı laktik asit bakterilerinin starter kültür olarak kullanım potansiyelinin belirlenmesi için yapılan bir çalışmada da, olgunlaşmanın son gününde pH değerlerinin 4.96 ile 5.45 aralığında olduğu tespit edilmiştir.

4.2. Titrasyon Asitliği Tayini

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının üretim ve depolama süresince titrasyon asitliği üzerine etkisi Çizelge 4.2'de ve Ek 3'te verilmiştir. Sucuk örneklerinin ortalama titrasyon asitliği üzerine kılıf

kalibrelerinin etkisi üretim süresince, son üründe ve depolama süresince istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Son ürün ortalama titrasyon asitliğinin 1.37 ile 1.56 arasında değiştiği belirlenmiştir. Depolama sonunda ise ortalama titrasyon asitliği 1.76 ile 1.87 arasında değişmiştir.

Titrasyon asitliğinde üretim süresince istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) artışlar gözlenmiştir. Sucuk örneklerinin 0. gündeki ortalama titrasyon asitliği değerleri % 0.50 iken 3. günde % 1.10 - %1.18 ve son üründe %1.37 - %1.56 arasında değişmektedir. Bu durum özellikle ilk üç günlük fermentasyon aşamasında laktik asit oluşumuna bağlı olarark titrasyon asitliği değerlerinde belirgin derecede artışın olduğunu ortaya koymaktadır. Depolama boyunca ise genel olarak örneklerin titrasyon asitliği değeri ilk 15 günde kısmi artış göstermiş ve 1. ve 2. ayda ise istatistiksel olarak önemli bir değişim göstermemiştir.

Çizelge 4.2. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların titrasyon asitliği (% laktik asit) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi

Uygulamalar	0.gün	3.gün	Son ürün	15.gün	1.ay	2.ay
A(44 mm)	$0.50\pm0.01^{D*}$	1.18 ± 0.11^{C}	1.56 ± 0.11^{B}	1.87 ± 0.03^{A}	1.81 ± 0.04^{A}	1.77 ± 0.07^{A}
B(50 mm)	0.50 ± 0.01^{C}	1.12 ± 0.12^{B}	1.54 ± 0.17^{A}	1.71 ± 0.01^{A}	1.78 ± 0.02^{A}	1.80 ± 0.18^{A}
C(53 mm)	0.50 ± 0.01^{D}	1.13 ± 0.04^{C}	1.56 ± 0.11^{AB}	1.85 ± 0.21^{A}	1.87 ± 0.22^{A}	1.82 ± 0.02^{AB}
D(58 mm)	0.50 ± 0.01^{D}	1.10 ± 0.03^{C}	1.37 ± 0.04^{B}	1.86 ± 0.02^{A}	1.89 ± 0.14^{A}	1.87 ± 0.06^{A}
E(61 mm)	0.50 ± 0.01^{D}	1.11 ± 0.02^{C}	1.39 ± 0.03^{B}	1.86 ± 0.06^{A}	1.88 ± 0.16^{A}	1.76 ± 0.01^{A}

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Benzer şekilde, Çelebi Sezer (2012) fermente sucuktan izole edilen bazı laktik asit bakterilerinin starter kültür olarak kullanım potansiyelinin belirlenmesi için yaptığı çalışmada olgunlaşmanın son gününde titrasyon asitliği değerlerini %1.25 ile 1.80 aralığında tespit etmiştir. Diğer bir çalışmada, Gök (2006), ürettiği geleneksel fermente sucuklarda titrasyon asitliği değerlerinin olgunlaşmanın

başlangıcından depolamanın sonuna doğru %0.14 - %1.44 aralığında değiştiğini bildirmiştir. Kurt ve Soyer (2009) sucukta organik asit kompozisyonuna farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisini araştırmak için yaptıkları çalışmada örneklerinin titrasyon asitliğini 0.günde %0.38, 9.günde %1.22 olarak tespit etmişlerdir.

4.3. Nem Tayini

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının üretim süresince nem içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.3'de ve Ek 4'te verilmiştir. Sucuk örneklerinin ortalama nem içeriği (%) üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi, 0. gün, 3. gün ve son üründe istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Son ürün ortalama nem değerlerinin %37.30 -%41.93 arasında değiştiği görülmüştür. Farklı kalibrede kılıf kullanımının istatistiksel açıdan benzer nem içeriğine sahip ürünler ürettiği anlaşılmaktadır.

Nem içeriğinde üretim süresince kurumaya bağlı olarak önemli ($p < 0.05$) azalmalar gözlenmiştir. Sucuk örneklerinin 0. gündeki ortalama nem içeriği %58.07 iken 3. günde %47.23-%48.75 arasında ve son üründe %37.30-%41.93 arasında değişmektedir.

Çizelge 4.3. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların nem içeriği (%) üzerine üretim süresince etkisi

Uygulamalar	0.gün	3.gün	Son ürün
A(44 mm)	58.07 ± 0.46^{A}	47.99 ± 2.99^{B}	37.30 ± 3.12^{C}
B(50 mm)	58.07 ± 0.46^{A}	48.52 ± 1.97^{B}	40.36 ± 3.40^{C}
C(53 mm)	58.07 ± 0.46^{A}	47.23 ± 1.54^{B}	41.93 ± 2.17^{C}
D(58 mm)	58.07 ± 0.46^{A}	48.47 ± 2.06^{B}	41.46 ± 2.27^{C}
E(61 mm)	58.07 ± 0.39^{A}	48.75 ± 2.77^{B}	39.36 ± 3.27^{C}

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Gökalp ve ark (2002) ve Öztan (2005), sucuğun en fazla %40 nem miktarına sahip olması gerektiğini bildirmişlerdir. Kuyumcu ve Yurttagül (2000) Ankara piyasasında satılan salam, sucuk ve sosislerin nem, yağ, tuz, kül ve kalıntı nitrat, nitrit miktarlarının tayini üzerine yaptıkları çalışmada 20 sucuk örneği kullanmış ve ortalama nem değerlerini % 32.1±8.3 olarak bulmuşlardır. Erdoğrul ve Ertaş (2005) Kahramanmaraş piyasasında tüketilen sucukların bazı fiziksel, kimyasal, duyusal ve mikrobiyolojik özelliklerini incelemek için yaptıkları çalışmada piyasada tüketilen 60 adet sucuğu incelemişler ve örneklerin nem oranlarını %10.3 ile 30.71 arasında bulmuşlardır.

Gürbüz ve Güngör (2018) Mardin'de satışa sunulan geleneksel fermente sucukların bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında piyasadan 32 adet sucuk örneğini materyal olarak kullanmışlardır. Çalışmada rutubet miktarını %22.03-51.12 değerleri arasında bulmuşlardır. Ünal (2017) farklı hayvansal yağlar ilave edilerek üretilen sucukların bazı fizikokimyasal özellikleri üzerine karanfil ve tarçının etkisini inceledikleri çalışmada nem içeriklerinin %45.50-48.62 değerleri arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu durum ülkemizde üretilen sucukların nem içeriği açısından önemli varyasyonlar gösterdiğine işaret etmektedir.

4.4. Kül Tayini

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının üretim süresince kül (%) içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.4'te ve Ek 5'te verilmiştir. Sucuk örneklerinin ortalama kül (%) içeriği üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi üretim aşamasının 0.gün ve 3. günde istatistiksel olarak önemsiz ancak son üründe önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Son ürün ortalama kül içeriğinin % 3.83 - 4.02 arasında değiştiği tespit edilmiş ancak bu farklılığın sınırlı kabul edilebilecek bir değişim gösterdiği düşünülmektedir.

Kül içeriklerinde üretim süresince kurumaya bağlı olarak önemli ($p < 0.05$) artışlar gözlenmiştir. Sucuk örneklerinin 0. gündeki ortalama kül değerleri % 1.97 iken 3. günde %3.35 - 3.56 ve son üründe %3.83 - 4.02 arasında değişmektedir.

Çizelge 4.4. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların kül (%) değerleri üzerine üretim süresince etkisi

Uygulamalar	0.gün	3.gün	Son ürün
A (44 mm)	1.97 ± 0.11^{C}	3.56 ± 0.10^{B}	3.97 ± 0.06^{aA}
B (50 mm)	1.97 ± 0.11^{C}	3.54 ± 0.14^{B}	4.02 ± 0.04^{aA}
C (53 mm)	1.97 ± 0.11^{C}	3.37 ± 0.04^{B}	3.83 ± 0.07^{bA}
D (58 mm)	1.97 ± 0.11^{C}	3.35 ± 0.14^{B}	3.85 ± 0.08^{bA}
E (61 mm)	1.97 ± 0.11^{C}	3.36 ± 0.27^{B}	3.87 ± 0.04^{bA}

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Benzer şekilde, Bilge (2010), 20-22°C'de üretilen sucuklarda 0. gün kontrol grubunda kül miktarını %2.58, üretimin sonunda (9. Gün) ise kontrol grubunda kül miktarını %3.41; 24- 26° C'de yapılan üretimde ise 0. gün kontrol grubunda kül miktarını %2.63, üretimin 9. gününde ise kontrol grubunda kül miktarını %3.85 olarak bildirmiştir.

4.5. Renk Analizi

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının son ürün ve depolama süresince L* değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.5'te ve Ek 6'da verilmiştir. Sucuk örneklerinin ortalama L* değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi son ürün, depolamanın 15. günü ve 1. ayında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuşken, depolamanın 2. ayında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Sucukların ortalama L* değerleri son üründe 53.92 - 56.39, depolamanın 15. gününde 55.23 - 56.18, depolamanın 1. ayında 52.85 - 55.77 ve depolamanın 2.

ayında ise 51.49 - 56.36 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Depolamanın 2. ayında en düşük L* değeri 44 mm kalibresine sahip sucuk örneğinde görülmüştür. Benzer şekilde 2. ayın sonunda en yüksek L* değeri 61 mm kalibresine sahip sucuk örneklerinde görülmüştür. Bu durum fermente sucuk üretiminde kullanılan doğal kılıf kalibresinin artmasıyla birlikte, depolama aşamasında L* değerinin daha iyi korunabileceğine işaret etmektedir.

Sucukların depolanmaları süresince her bir uygulama ayrı ayrı ele alındığında L* değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık gözlemlenmemiştir.

Benzer şekilde, Erçoşkun (2006) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, 40 mm çapına sahip yapay kılıf kullanarak geleneksel yöntemle üretilen sucukların fermantasyonun 9.gününde L* değeri 45.97 olarak tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada, geleneksel Türk sucuğunda L* değeri 42.10 olarak bildirilmiştir (Soyer ve ark, 2005).

Çizelge 4.5. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların L* (parlaklık) değerleri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi

Uygulamalar	Son Ürün	15.gün	1. ay	2. ay
A(44 mm)	53.92±1.34	55.27±0.85	52.85±0.46	51.49±0.68^{c}
B(50 mm)	55.52±0.30	55.33±1.89	55.09±0.54	53.75±0.23^{b}
C(53 mm)	56.16±0.13	56.04±0.66	54.54±0.78	54.01±0.82^{b}
D(58 mm)	56.15±0.47	56.18±1.55	55.53±2.18	54.27±0.05^{b}
E(61 mm)	56.39±0.44	55.23±0.18	55.77±0.55	56.36±1.17^{a}

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının son ürün ve depolama süresince a* değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.6'da ve Ek 7'de verilmiştir. Sucuk örneklerinin ortalama a* değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi son ürün, depolamanın 15. günü ve 2. ayında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Depolamanın 1. ayında ise kılıf kalibrelerinin etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.05$) ancak örneklerin a* değerleri incelendiğinde farkların sayısal olarak sınırlı olduğu görülmektedir. Sucukların ortalama a* değerleri son üründe 13.51 - 13.97, depolamanın 15. gününde 13.20 - 14.43, depolamanın 1. ayında 13.41 - 14.34 ve depolamanın 2. ayında ise 12.83 - 13.41 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Sucukların depolanmaları süresince a* değerleri, 58 mm ve 61 mm kılıf kalibresine sahip sucuk örneklerinde istatistiksel olarak azalış göstermiştir ($p < 0.05$). Ancak bu azalışın sayısal olarak sınırlı bir azalış olduğu görülmektedir.

Bu durum, fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede doğal kılıf kullanımının ve depolamanın, kırmızılığın bir ifadesi olan a* değeri üzerinde istatistiksel anlamda farklılıklara neden olabileceğine işaret etsede, sayısal anlamda veriler incelendiğinde bu farklılıkların sınırlı kabul edilebilecek bir aralıkta olduğu ve gözle algılanmasının güç olduğu düşünülmektedir.

Benzer şekilde, Üren ve Babayiğit (1997) Türkiye'de farklı et fabrikalarında üretilen sucukların renklerini incelemiş ve sucukların a* değerinin 6.87 ile 14.14 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Başka bir çalışmada, geleneksel Türk sucuğunda a* değeri 15.22 olarak bildirilmiştir (Soyer ve ark, 2005). Şanes (2006) farklı yağ seviyelerinin ve yağ ikamelerinin ilave edilmesiyle ürettiği sucuklarında a* değerlerini 16.97-18.86 arasında bulmuştur.

Çizelge 4.6. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların a* (kırmızılık) değerleri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi

Uygulamalar	Son Ürün	15.gün	1. ay	2. ay
A(44 mm)	13.64±0.17	13.20±0.75	13.98±0.22^{b}	12.83±0.06
B(50 mm)	13.51±0.43	14.05±0.28	14.34±0.05^{a}	13.32±0.29
C(53 mm)	13.97±0.34	14.06±0.08	13.41±0.19^{c}	13.41±0.46
D(58 mm)	13.73±0.02^{A}	13.95±0.10^{A}	13.78±0.02^{bA}	13.30±0.25^{B}
E(61 mm)	13.71±0.28^{BC}	14.43±0.03^{A}	13.79±0.03^{bB}	13.34±0.13^{C}

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının son ürün ve depolama süresince b* değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.7'de ve Ek 8'de verilmiştir. Sucuk örneklerinin ortalama b* değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi son ürün ve depolamanın 15. gününde istatistiksel olarak önemsiz bulunmuşken, depolamanın 1. ayı ve 2. ayında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Sucukların ortalama b* değerleri son üründe 15.32 - 16.44, depolamanın 15. gününde 15.34 - 16.43, depolamanın 1. ayında 14.39 - 16.38 ve depolamanın 2. ayında ise 13.03 - 16.57 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Sucukların depolanmaları süresince b* değerleri, 44 mm ve 50 mm kılıf kalibresine sahip sucuk örneklerinde istatistiksel olarak farklılıklar göstermiştir ($p < 0.05$).

Bu durum, fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede doğal kılıf kullanımının ve depolamanın, sarılığın bir ifadesi olan b* değeri üzerinde istatistiksel anlamda farklılıklara neden olabileceğine işaret etmekle birlikte, özellikle 44 mm kılıf kalibresi kullanılan sucuklarda b* değerinin depolama ile azaldığı ve diğer uygulamalardan daha düşük olabileceğini göstermektedir.

Benzer şekilde, Işıksal (2006), sucuk ve pastırmanın sorpsiyon izotermlerinin belirlenmesi ile ilgili yaptığı bir çalışmada sucuk örneğinde b*

değerini 18.91 olarak belirlemiştir. Bir başka çalışmada, geleneksel Türk sucuğunda b* değeri 16.05 olarak bildirilmiştir (Soyer ve ark, 2005).

Çizelge 4.7. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların b* (sarılık) değerleri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi

Uygulamalar	Son Ürün	15.gün	1. ay	2. ay
A(44 mm)	15.32 ± 1.02^{A}	15.45 ± 0.01^{A}	14.39 ± 0.47^{cAB}	13.03 ± 0.32^{cB}
B(50 mm)	15.90 ± 0.29^{CD}	16.20 ± 0.24^{AB}	16.78 ± 0.25^{aA}	15.46 ± 0.16^{abD}
C(53 mm)	15.91 ± 0.69	15.34 ± 0.37	15.14 ± 0.06^{bc}	15.19 ± 0.20^{b}
D(58 mm)	16.44 ± 0.55	16.43 ± 0.60	16.07 ± 1.09^{ab}	15.19 ± 0.29^{b}
E(61 mm)	15.64 ± 0.67	16.05 ± 0.16	16.38 ± 0.34^{ab}	16.57 ± 0.87^{a}

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının son ürün ve depolama süresince Chroma değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.8'de ve Ek 9'da verilmiştir. Chroma değeri, rengin doygunluk derecesinin bir göstergesi olup sucuk örneklerinin ortalama Chroma değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi son üründe istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş, depolamanın 15. günü, 1. ayı ve 2. ayında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Sucukların ortalama Chroma değerlerinin son üründe 20.52 - 21.43, depolamanın 15. gününde 20.32 - 21.58, depolamanın 1. ayında 20.06 - 22.07 ve depolamanın 2. ayında ise 18.29 - 21.27 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Sucukların depolanmaları süresince Chroma değerleri, 50 mm ve 53 mm kılıf kalibresine sahip sucuk örneklerinde istatistiksel olarak farklılıklar göstermiştir ($p < 0.05$). Ancak bu farklılıkların sayısal olarak sınırlı olduğu belirlenmiştir.

Bu durum, fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede doğal kılıf kullanımının ve depolamanın, rengin doygunluk derecesinin bir ifadesi olan Chroma değeri üzerinde istatistiksel anlamda farklılıklara neden olabileceğine işaret etmekle birlikte, özellikle 44 mm kılıf kalibresi kullanılan sucuklarda Chroma değerinin depolama sonunda diğer uygulamalardan daha düşük olabileceğini göstermektedir.

Benzer şekilde, Bozkurt (2006) sumak özütü ve BHT ilavesinin sucuk kalitesine etkisinin araştırdığı çalışmada olgunlaşma döneminde Chroma (doygunluk indeksi) değerleri sucuğun b* değerlerine paralel olarak değiştiğini bildirmiştir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.8. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların Chroma değerleri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi

Uygulamalar	Son Ürün	15.gün	1. ay	2. ay
A(44 mm)	20.52±0.87	$20.32±0.48^{b}$	$20.06±0.49^{c}$	$18.29±0.27^{b}$
B(50 mm)	$20.87±0.50^{CD}$	$21.45±0.01^{aAB}$	$22.07±0.22^{aA}$	$20.41±0.31^{aD}$
C(53 mm)	$21.18±0.29^{A}$	$20.81±0.22^{abAB}$	$20.22±0.17^{bcB}$	$20.26±0.16^{aB}$
D(58 mm)	21.43±0.44	$21.55±0.52^{a}$	$21.17±0.8^{abc}$	$20.19±0.38^{a}$
E(61 mm)	20.80±0.69	$21.58±0.14^{a}$	$21.41±0.28^{ab}$	$21.27±0.76^{a}$

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının son ürün ve depolama süresince Hue değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.9'da ve Ek 10'da verilmiştir. Sucuk örneklerinin ortalama Hue değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi son üründe ve depolamanın 15. gününde istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş, depolamanın 1. ayı ve 2. ayında ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). En düşük Hue değeri depolamanın 1.ayında 44 mm kılıf

kalibresine sahip (45.83) sucuk örneğinde tespit edilirken diğer örnekler benzer Hue değerlerine sahip olmuşlardır. Depolamanın 2. ayında ise en düşük Hue değeri 44 mm kılıf kalibresine sahip (45.43) sucuk örneğinde tespit edilirken en yüksek Hue değeri 61 mm kılıf kalibresine sahip (51.13) sucuk örneğinde gözlenmiştir.

Sucukların depolanmaları süresince Hue değeri, sadece 61 mm kılıf kalibresine sahip sucuk örneğinde istatistiksel olarak artış göstermiştir ($p < 0.05$).

Bu durum, fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede doğal kılıf kullanımının ve depolamanın, rengin değişiminin bir ifadesi olan Hue değeri üzerinde istatistiksel anlamda farklılıklara neden olabileceğine işaret etmekle birlikte, özellikle 44 mm kılıf kalibresi kullanılan sucuklarda Hue değerinin depolama sonunda diğer uygulamalardan daha düşük olabileceğini göstermektedir.

Hue değerindeki düşüş, turuncu-kırmızı bir rengin üretimini işaret ederken Hue değerinin yüksek olması ise rengin kırmızıdan sarıya doğru gittiğini göstermektedir (Maskan, 2001; Karahan, 2017). Ercoşkun ve Özkal (2011) fermantasyon sırasında sucuğun Hue değerinin azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca Bozkurt ve Bayram (2006) fermantasyon sırasında nitrit ilavesi yapılmadan üretilen geleneksel sucukların Hue değerinde azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.9. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların Hue değerleri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi

Uygulamalar	Son Ürün	15.gün	1. ay	2. ay
A(44 mm)	48.30±1.54	49.51±1.62	45.83 ± 0.47^{b}	45.43 ± 0.57^{c}
B(50 mm)	49.66±0.39	49.06±0.98	49.50 ± 0.32^{a}	49.26 ± 0.34^{ab}
C(53 mm)	48.71±1.93	47.48±0.86	48.47 ± 0.28^{a}	48.57 ± 1.34^{b}
D(58 mm)	50.12±0.90	49.66±0.82	49.34 ± 1.96^{a}	48.80 ± 0.01^{b}
E(61 mm)	48.76 ± 0.63^{B}	48.04 ± 0.23^{B}	49.90 ± 0.52^{aAB}	51.13 ± 1.20^{aA}

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

4.6. Tekstür Profil Analizi (TPA)

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının son ürün ve depolama süresince sertlik (hardness) değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.10'da ve 11'de verilmiştir. Sucuk örneklerinin ortalama sertlik değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi son üründe, depolamanın 15. günü, 1. ayı ve 2. ayında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Sucukların depolanmaları süresince sertlik değeri, sadece 44 mm kılıf kalibresine sahip sucuk örneklerinde istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ($p < 0.05$). Sucukların ortalama sertlik değerlerinin son üründe 18.04 - 33.40, depolamanın 15. gününde 19.32 - 25.98, depolamanın 1. ayında 20.95 - 27.88 ve depolamanın 2. ayında ise 23.62 - 33.65 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Örneği sıkıştırmak için gerekli olan maksimum kuvvete sertlik denir. Bir başka ifadeyle uygulanan herhangi bir etkiye karşı koyma gücüdür (Bourne, 1978). Bozkurt ve Bayram (2006), yapmış oldukları çalışmada sucuklarda depolama süresinin artmasıyla sertlik değerinin yükseldiğini tespit etmişlerdir. Bunun nedeninin düşük pH'dan ve nem içeriğinin düşmesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Sarıçoban ve Karakaya (2001) yaptığı çalışmada tüketime hazır hale gelen kontrol grubu sucuk örneklerine göre; farklı oranlarda tavuk eti ilave edilmiş (90:10, 80:20, 70.30, 50:50) sucuk örneklerinde artan tavuk eti oranının sertliği azalttığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.10. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların sertlik (hardness) değeri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi

Uygulamalar	Son Ürün	15.gün	1.ay	2.ay
A(44 mm)	33.40 ± 1.96^{A}	25.66 ± 4.87^{B}	24.64 ± 1.15^{B}	33.65 ± 1.20^{A}
B(50 mm)	25.97±4.92	25.98±3.40	22.99±3.04	30.09±1.89
C(53 mm)	21.43±2.60	22.47±1.79	27.88±0.15	31.42±7.90
D(58 mm)	20.09±5.02	24.51±3.58	20.95±0.95	25.21±3.03
E(61 mm)	18.04±3.59	19.32±2.15	22.72±8.16	23.62±1.06

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının son ürün ve depolama süresince tutunabilirlik (adhesiveness) değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.11'de ve Ek 12'de verilmiştir. Sucuk örneklerinin ortalama tutunabilirlik değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi depolamanın 15. günü ve 1. ayında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuşken, son ürün ve depolamanın 2.ayında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Sucukların depolanmaları süresince (son ürün, 15. gün, 1. ay ve 2. ay) tutunabilirlik değeri, 50 mm, 53 mm ve 61 mm kılıf kalibresine sahip sucuk örneklerinde istatistiksel olarak farklılıklar göstermiştir ($p < 0.05$). Sucukların ortalama tutunabilirlik değerlerinin son üründe -86.87 ile -155.68, depolamanın 15. gününde -75.15 ile -100.09, depolamanın 1. ayında -96.19 ile -133.20 ve depolamanın 2. ayında ise -92.59 ile -179.68 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Benzer şekilde, Öven (2017), çalışmasında farklı yağ oranları ilave edilerek ürettiği sucuklarında ortalama tutunabilirlik değerlerinin (-53)-(-75.5) N arasında değiştiği saptanılmıştır.

Çizelge 4.11. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların tutunabilirlik (adhesiveness) değeri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi

Uygulamalar	Son Ürün	15.gün	1.ay	2.ay
A(44 mm)	-155.68±17.71^{b}	-95.93±29.21	-117.83±8.64	-179.68±40.86^{c}
B(50 mm)	-118.81±0.93^{abAB}	-100.09±22.28^{A}	-96.19±8.62^{A}	-149.95±4.25^{bcB}
C(53 mm)	-95.19±26.31^{aA}	-89.51±6.30^{A}	-133.20±17.56^{AB}	-169.23±20.11^{cB}
D(58 mm)	-92.04±8.60^{a}	-92.69±20.64	-120.79±23.83	-104.10±3.05^{ab}
E(61 mm)	-86.87±6.67^{aAB}	-75.15±5.04^{A}	-99.11±7.32^{B}	-92.59±0.72^{aB}

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının son ürün ve depolama süresince iç yapışkanlık (cohesiveness) değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.12'de ve Ek 13'te verilmiştir. Sucuk örneklerinin ortalama iç yapışkanlık değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi son ürün, depolamanın 15. günü, 1. ayı ve 2. ayında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Sucukların ortalama iç yapışkanlık değerlerinin son üründe 0.33 - 0.39, depolamanın 15. gününde 0.32 - 0.34, depolamanın 1. ayında 0.33 - 0.38 ve depolamanın 2. ayında ise 0.35 - 0.36 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Sucukların depolanmaları süresince (son ürün, 15. gün, 1. ay ve 2. ay) iç yapışkanlık değeri, 53 mm kılıf kalibresine sahip sucuk örneklerinde istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ($p < 0.05$). Ancak bu farklılığın sayısal olarak sınırlı olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada, fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının iç yapışkanlık değerini istatistiksel olarak etkilemediği görülmüştür.

Öven (2017), çalışmasında farklı yağ oranları ilave edilerek ürettiği sucuklarında ortalama iç yapışkanlık değerlerinin 0.75 ve 0.77 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Bozkurt ve Bayram (2006) çalışmalarında olgunlaşma döneminde iç yapışkanlık değerlerinin azaldığını ancak anlamlı düzeyde

düşmediğini bildirmişlerdir. Yapışkanlık değerlerinin değişen nem içeriği ile ilgili olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.12. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların iç yapışkanlık (cohesiveness) değeri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi

Uygulamalar	Son Ürün	15.gün	1.ay	2.ay
A(44 mm)	0.34±0.02	0.32±0.01	0.33±0.02	0.36±0.04
B(50 mm)	0.33±0.02	0.34±0.01	0.34±0.03	0.36±0.01
C(53 mm)	0.34 ± 0.01^{B}	0.34 ± 0.01^{B}	0.37 ± 0.01^{A}	0.35 ± 0.01^{B}
D(58 mm)	0.35±0.03	0.33±0.01	0.38±0.02	0.35±0.01
E(61 mm)	0.39±0.02	0.34±0.01	0.35±0.01	0.36±0.02

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının son ürün ve depolama süresince çiğnenebilirlik (chewiness) değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.13'te ve Ek 14'te verilmiştir. Sucuk örneklerinin ortalama çiğnenebilirlik değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi son ürün, depolamanın 15. günü, 1. ayı ve 2. ayında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Sucukların ortalama çiğnenebilirlik değerlerinin son üründe 2.77 -5.01, depolamanın 15. gününde 2.35 - 3.79, depolamanın 1. ayında 2.99 - 4.50 ve depolamanın 2. ayında ise 3.31 - 5.52 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Sucukların depolanmaları süresince (son ürün, 15. gün,1. ay ve 2. ay) örneklerin çiğnenebilirlik değerlerinde istatistiksel olarak bir farklılık tespit edilmemiştir.

Bu çalışmada son üründe ve depolama sürecinde fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının çiğnenebilirlik değerini istatistiksel olarak etkilemediği görülmüştür.

Herrero ve ark (2007) yaptıkları çalışmada kuru fermente sosisler için çiğnenebilirlik değerlerinin yaklaşık %56'sını 0.15 ile 0.40 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Liaros ve ark (2009) yaptıkları çalışmada çiğnenebilirlik değerlerini %30 yağ içeren sosislerde 1.35, %10 yağ içeren sosislerde 2.32 bildirmişlerdir.

Çizelge 4.13. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların çiğnenebilirlik (chewiness) değeri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi

Uygulamalar	Son Ürün	15.gün	1.ay	2.ay
A(44 mm)	5.01±0.03	3.15±0.95	3.05±0.12	5.52±1.19
B(50 mm)	3.87±1.16	3.79±0.62	2.99±0.01	4.49±0.57
C(53 mm)	3.12±0.54	3.00±0.01	4.50±0.71	5.12±1.21
D(58 mm)	2.77±0.41	3.16±0.96	3.31±0.49	3.37±0.32
E(61 mm)	2.92±0.64	2.35±0.14	3.38±0.94	3.31±0.01

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının son ürün ve depolama süresince esneklik (resilience) değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.14'te ve Ek 15'te verilmiştir. Sucuk örneklerinin ortalama esneklik değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi son ürün, depolamanın 15. günü, 1. ayında ve 2. ayında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Sucukların ortalama esneklik değerlerinin son üründe ve depolamanın 15. gününde 0.08 - 0.09 iken depolamanın 1. ayında 0.07 - 0.08 ve depolamanın 2. ayında ise 0.07 - 0.09 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Sucukların depolanmaları süresince (son ürün, 1. ay ve 2.ay) örneklerin esneklik değerlerinde istatistiksel olarak bir farklılık tespit edilmemiştir.

Bu çalışmada son üründe ve depolama sürecinde fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının esneklik değerini istatistiksel olarak etkilemediği görülmüştür.

Laranjo ve ark (2015) yaptıkları çalışmada "Chouriço Preto" ve "Paio Preto" olmak üzere iki adet Portekiz kuru fermente sosis kullanmışlardır. Chouriço Preto, 30 mm civarında değişen bir çapa sahip bir at nalı şekline sahipken, Paio Preto silindirik bir şekle, 20 ila 30 cm arasında değişken bir uzunluğa ve 45-50 mm civarında bir değişken çapa sahiptir. Doğal kılıflar kullanıldığı için kalibreleri düzensizdir. Esneklik değerleri Chouriço Preto için 0.150 ± 0.028 ve Paio Preto için 0.163 ± 0.035 olarak tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.14. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların esneklik (resilience) değeri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi

Uygulamalar	Son Ürün	15.gün	1.ay	2.ay
A(44 mm)	0.08±0.002	0.08±0.002	0.07±0.004	0.07±0.007
B(50 mm)	0.08±0.012	0.09±0.009	0.08±0.008	0.08±0.001
C(53 mm)	0.08±0.006	0.08±0.004	0.08±0.002	0.07±0.007
D(58 mm)	0.09±0.001	0.08±0.001	0.08±0.005	0.08±0.001
E(61 mm)	0.09±0.009	0.09±0.002	0.08±0.013	0.09±0.001

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

4.7. Biyojen Amin Analizi

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının üretim ve depolama süresince triptamin (mg/kg kuru madde) değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.15'te ve Ek 16'da verilmiştir. Sucuk örneklerinin ortalama triptamin değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi üretim aşamasının 3. gününde, son üründe ve depolamanın 2. ayında önemsiz bulunmuşken, depolamanın 15. günü ve 1. ayında

istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın 15. gününde ve 1. ayında en yüksek triptamin değerlerine 44 mm kılıf kalibresine sahip sucuk örneklerinin sahip olduğu tespit edilmiştir. Farklı kılıf kalibreleri kullanılarak üretilen sucuklarda triptamin içeriklerinin üretim ve depolama boyunca değişimleri 44 mm, 50 mm ve 53 mm kılıf çapı kullanılarak üretilen sucuklarda istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir ($p<0.05$).

Benzer şekilde, Bover-Cid (1999) biyojen amin içeriği ile kuru fermente sosislerin büyüklüğü arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmasında 19 adet salchichon (İspanyol sosisi) örneğinde (çapı 5 ve 14 cm arasında) ortalama triptamin değerini 21.3±50.4 mg/kg tespit etmiştir. Gençcelep ve Zorba (2017) sucuk üretiminde kuru mantar ilavesinin mikrobiyolojik kalite ve biyojen amin içeriği üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada triptamin değerini olgunlaşma başlangıcında 11.42 mg/kg bulmuşlardır. Bozkurt ve Erkmen (2004) olgunlaşma ve depolama dönemlerinde sucuklarda sıcaklık, nem ve katkı maddelerinin biyojen amin oluşumuna etkilerini araştırdıkları çalışmada olgunlaşma sırasında triptamin oluşumunun arttığını, depolama dönemlerinde azaldığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede doğal kılıf kullanımı ve depolama sonucunda tespit edilen ortalama triptamin içeriklerinin 5.96 ile 35.01 mg/kg kuru madde arasında değiştiği ve benzer çalışmalarda rapor edilen ortalama triptamin içerikleri ile uyumlu olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.15. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların triptamin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi

Uygulamalar	3.gün	Son Ürün	15.gün	1. ay	2. ay
A(44 mm)	11.71±5.23^{B}	11.91±2.38^{B}	35.01±4.97^{aA}	32.63±0.71^{aA}	13.48±3.07^{B}
B(50 mm)	16.21±4.40^{AB}	23.22±1.05^{A}	12.05±1.26^{bB}	21.90±0.99^{bA}	18.39±3.36^{AB}
C(53 mm)	11.34±2.17^{BC}	15.22±3.80^{AB}	5.96±1.90^{bC}	15.94±0.07^{bAB}	19.98±0.55^{A}
D(58 mm)	9.30±5.31	19.32±7.62	7.28±0.93^{b}	21.84±3.23^{b}	18.28±0.59
E(61 mm)	14.19±1.35	11.09±3.01	10.56±5.84^{b}	16.71±5.03^{b}	17.36±4.98

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının üretim ve depolama süresince 2-feniletilamin (mg/kg kuru madde) değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.16'da ve Ek 17'de verilmiştir. Sucuk örneklerinin ortalama 2-feniletilamin (mg/kg kuru madde) değerleri üzerine uygulamaların etkisi bütün üretim ve depolama aşamalarında (üretimin 3. günü, son ürün ve depolama aşamasının 15. günü, 1. ayı ve 2. ayı) istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Farklı kılıf kalibreleri kullanılarak üretilen sucukların 2- feniletilamin içeriklerinin üretim ve depolama boyunca değişimleri incelendiğinde, 53 mm ve 58 mm kalibre kılıflarla üretilen sucuk örneklerinde depolama aşamasında önemli artışlar olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Benzer şekilde, Bover-Cid (1999) biyojen amin içeriği ile kuru fermente sosislerin büyüklüğü arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmasında 15 adet ince domuz eti sosisi (thin fuet) örneğinde (çapı 1.5 cm den az) ortalama 5.3 ± 10.2 mg/kg, 23 adet domuz eti sosisi (fuet) örneğinde (çapı 1.5 ve 3 cm arasında) ortalama 10.1 ± 16.1 mg/kg ve 19 adet salchichon (İspanyol sosisi) örneğinde (çapı 5 ve 14 cm arasında) ortalama 2-feniletilamin değerini 17.4±43.7 mg/kg tespit etmiştir. Komprda ve ark (2009), iki farklı kılıf çapı (4.5 cm ve 7 cm), iki starter kültür, iki

baharat karışımı kullanarak 16 çeşit kuru fermente sucuk üretmişlerdir ve 0. gün, 14. gün ve olgunlaşmanın son günü 28. günde örnekler almışlardır. Çalışmalarının sonucunda sucuk örneklerinin 2-feniletilamin içeriğinin olgunlaşma/depolama sırasında arttığını tespit etmişlerdir. Gençcelep ve Zorba (2017) sucuk üretiminde kuru mantar ilavesinin mikrobiyolojik kalite ve biyojen amin içeriği üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada 2-Phenylethylamine değerini olgunlaşma başlangıcında 42.96 mg/kg bulmuşlardır. Olgunlaşmanın 12. gününde feniletilamin değerini 58.62 mg/kg bulmuşlardır.

Bu çalışmada, fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede doğal kılıf kullanımı ve depolama sonucunda tespit edilen ortalama 2-feniletilamin içeriklerinin 2.80 ile 12.24 mg/kg kuru madde arasında değiştiği ve özellikle 53 mm ve 58 mm kalibre kılıflarla üretilen sucukların 2-feniletilamin içeriklerinde depolama sürecindeki önemli artışların, daha büyük kalibrede kılıf kullanımının sucukların 2-feniletilamin içeriğinin depolama sürecinde artmasına neden olabileceğine işaret etmektedir.

Çizelge 4.16. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların 2-feniletilamin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi

Uygulamalar	3.gün	Son Ürün	15.gün	1. ay	2. ay
A(44 mm)	8.74±0.73	10.87±3.1	7.59±0.56	7.56±3.99	6.71±0.51
B(50 mm)	6.35±5.14	8.04±2.88	8.37±0.38	8.30±7.66	10.33±3.83
C(53 mm)	2.80 ± 1.20^{B}	4.45 ± 2.17^{B}	4.95 ± 2.51^{B}	11.15 ± 0.40^{A}	12.24 ± 0.61^{A}
D(58 mm)	3.96 ± 0.58^{B}	2.89 ± 0.50^{B}	6.15 ± 2.63^{B}	10.97 ± 0.70^{A}	10.30 ± 0.78^{A}
E(61 mm)	3.86±0.68	4.50±2.25	3.33±1.21	10.21±0.97	7.18±3.15

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının üretim ve depolama süresince putresin (mg/kg kuru madde) değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.17'de ve Ek 18'de verilmiştir. Sucuk örneklerinin ortalama putresin (mg/kg kuru madde) değerleri üzerine uygulamaların etkisi üretim aşamasının 3. gününde, son üründe, depolamanın 15. günü, 1. ayı ve 2. ayında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Farklı kılıf kalibreleri kullanılarak üretilen sucukların putresin içeriklerinin üretim ve depolama boyunca değişimleri incelendiğinde, 44 mm, 53 mm, 58 mm ve 61 mm kılıf çapıyla üretilen sucuk örneklerinde üretim ve/veya depolama aşamalarında önemli artışlar bulunmuştur ($p<0.05$). İstatistiksel olarak önemli bulunan örnekler içinde en düşük putresin değerleri üretimin 3. gününde ve en yüksek putresin değerleri ise depolamanın 1. ay ve 2. ayındaki örneklerde tespit edilmiştir.

Benzer şekilde, Komprda ve ark (2009), iki farklı kılıf çapı (4.5 cm ve 7 cm), iki starter kültür, iki baharat karışımı kullanarak 16 çeşit kuru fermente sucuk üretmişlerdir ve 0. gün, 14. gün ve olgunlaşmanın son günü 28. günde örnekler almışlardır. Çalışmalarının sonucunda sucuk örneklerinin putresin içeriklerinin artan olgunlaşma/depolama süresi ile önemli ölçüde arttığını tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada, fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede doğal kılıf kullanımı ve depolama sonucunda tespit edilen ortalama putresin içeriklerinin 2.41 ile 15.73 mg/kg kuru madde arasında değiştiği belirlenmiştir. Genel anlamda üretim ve depolama sürecinde bütün kılıf kalibreleri (50 mm hariç) için putresin değerlerinde sayısal veya istatistiksel anlamda artışlar gözlemlenmiş ve depolamanın fermente sucukların putresin içeriklerinin artmasına neden olabileceği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.17. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların putresin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi

Uygulamalar	3.gün	Son Ürün	15.gün	1. ay	2. ay
A(44 mm)	3.38 ± 0.76^{B}	10.45 ± 3.02^{A}	10.67 ± 1.74^{A}	12.47 ± 1.18^{A}	10.70 ± 0.69^{A}
B(50 mm)	5.64±2.69	9.08±2.25	8.73±1.86	9.26±3.45	12.96±3.72
C(53 mm)	2.41 ± 0.40^{C}	9.18 ± 2.04^{ABC}	8.69 ± 3.25^{BC}	10.88 ± 1.69^{AB}	15.73 ± 4.09^{A}
D(58 mm)	2.68 ± 0.42^{C}	7.88 ± 2.52^{B}	7.73 ± 0.58^{B}	9.74 ± 1.63^{AB}	13.57 ± 1.50^{A}
E(61 mm)	4.07 ± 1.68^{C}	9.25 ± 4.34^{ABC}	6.54 ± 1.53^{BC}	13.05 ± 0.14^{AB}	14.49 ± 3.12^{A}

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının üretim ve depolama süresince kadaverin (mg/kg kuru madde) değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.18'de ve Ek 19'da verilmiştir. Sucuk örneklerinin ortalama kadaverin değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi üretim aşamasının 3. gününde, son üründe, depolamanın 1. ayında ve depolamanın 2. ayında önemsiz bulunmuştur. Depolamanın 15. gününde ise kılıf kalibrelerinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$) ancak örneklerin kadaverin içeriği incelendiğinde farkların sayısal olarak sınırlı olduğu görülmektedir. Farklı kılıf kalibreleri kullanılarak üretilen sucuklarda kadaverin içeriklerinin üretim ve depolama süreci boyunca değişimleri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ve her bir uygulama için örneklerin kadaverin içeriğinin üretim ve depolama süresince benzer olduğu belirlenmiştir.

Et bozulmalarında kadaverin sıklıkla adı geçen bir biyojen amindir. Bu biyojen aminin bazı pişirilmiş et ürünlerinde yüksek miktarlarda olduğu saptanmış ve bu durum hijyenik kalitesi düşük et kullanımının sonucu olarak değerlendirilmiştir (Smith ve ark, 1993; Hernandez-Jover ve ark, 1996).

Baka ve ark (2011) yaptıkları çalışmada ortalama kadaverin değerini 2.73 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Fermente sosislerde kadaverin üretimi, esas olarak *Enterobacteriaceae* ve *Pseudomonas*'ın dekarboksilaz aktivitesi ile ilgili

olduğunu ve *Enterobacteriaceae*'nin hızlı azalması ve olgunlaşma sırasında yok olmaları ayrıca hammaddelerin iyi hijyenik koşulları ve işleme koşullarının sonuçlarına muhtemelen katkıda bulunduklarını bildirmişlerdir. Papavergou ve ark (2012) yaptıkları çalışmada fermente sosis örneklerinde kadaverin konsantrasyonlarını 0 ila 690 mg/kg arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bazı Fin, Danimarka ve biberli sosislerin yanı sıra fuets, chorizos ve Fransızca'da yüksek kadaverin konsantrasyonlarının bulunduğunu tespit etmişlerdir (Suzzi ve Gardini 2003). Bazı örneklerdeki yüksek kadaverin içeriği, hammaddelerin hijyenik kalitesinin düşük olduğunu göstermiştir.

Bu çalışmada, fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede doğal kılıf kullanımı ve depolama sonucunda tespit edilen ortalama kadaverin içeriklerinin 0.88 ile 4.23 mg/kg kuru madde arasında değiştiği belirlenmiştir. Genel anlamda üretim ve depolama sürecinde (15. gün hariç) bütün kılıf kalibreleri için kadaverin içeriklerinin sayısal veya istatistiksel anlamda benzer olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca sucukların kadaverin içeriklerinin düşük olması hammaddenin hijyenik kalitesinin yüksek olduğuna işaret etmektedir.

Çizelge 4.18. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların kadaverin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi

Uygulamalar	3.gün	Son Ürün	15.gün	1. ay	2. ay
A(44 mm)	4.23±3.20	2.34±0.53	1.27±0.01^{b}	2.68±1.64	1.10±0.27
B(50 mm)	1.90±1.36	0.88±0.31	1.54±0.25^{b}	1.69±0.06	1.71±0.81
C(53 mm)	2.01±1.09	1.34±0.63	1.44±0.16^{b}	1.26±0.36	2.62±1.06
D(58 mm)	2.47±0.85	2.16±0.41	1.07±0.56^{b}	1.51±0.07	2.28±0.18
E(61 mm)	3.19±1.30	1.27±0.06	2.41±0.04^{a}	1.97±0.92	1.49±0.51

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının üretim ve depolama süresince histamin (mg/kg kuru madde) değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.19'da ve Ek 20'de verilmiştir. Sucuk örneklerinin ortalama histamin (mg/kg kuru madde) değerleri üzerine uygulamaların etkisi bütün üretim ve depolama aşamalarında (üretimin 3. günü, son ürün ve depolama aşamasının 15. günü, 1. ayı ve 2. ayı) istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Farklı kılıf kalibreleri kullanılarak üretilen sucukların histamin içeriklerinin üretim ve depolama boyunca değişimleri incelendiğinde, 44 mm kılıf çapıyla üretilen sucuk örneklerinde üretimin 3. günden sonra kısmi bir azalış belirlenmiştir ($p<0.05$). Ancak örneklerin histamin içeriği incelendiğinde bu azalışın sayısal olarak sınırlı olduğu görülmektedir.

Bover-Cid (1999) biyojen amin içeriği ile kuru fermente sosislerin büyüklüğü arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmasında 19 adet salchichon (İspanyol sosisi) örneğinde (çapı 5 ve 14 cm arasında) ortalama histamin değerini 19.4±27.6 mg/kg tespit etmiştir. Doğan ve ark (2020) sucukta yabani tip laktik asit bakterilerinin histamin ve tiramin oluşumuna etkilerini araştırdıkları çalışmada Histamine değerini starter kültür olmadan ürettikleri kontrol grubunda 11.42±5.82 mg/kg, *Lactobacillus sakei* ilave edilerek üretilen sucuklarda 7.17±1.51 mg/kg olarak tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada, fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede doğal kılıf kullanımı ve depolama sonucunda tespit edilen ortalama histamin içeriklerinin 4.72 ile 8.91 mg/kg kuru madde arasında değiştiği belirlenmiştir. Genel anlamda üretim ve depolama sürecinde bütün kılıf kalibreleri için histamin içeriklerinin sayısal veya istatistiksel anlamda benzer olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca sonuçların, benzer çalışmalarda rapor edilen ortalama histamin içerikleri ile uyumlu olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.19. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların histamin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi

Uygulamalar	3.gün	Son Ürün	15.gün	1. ay	2. ay
A(44 mm)	7.95±0.32^{A}	5.85±1.40^{B}	5.00±0.08^{B}	5.71±0.21^{B}	5.26±0.05^{B}
B(50 mm)	6.32±1.67	6.38±2.85	5.55±0.23	6.04±0.73	5.53±0.36
C(53 mm)	8.56±2.31	8.91±1.78	6.26±0.90	6.75±1.10	7.23±1.38
D(58 mm)	6.05±1.21	4.72±2.19	5.97±0.54	6.21±0.90	6.41±0.12
E(61 mm)	9.44±2.24	5.18±0.49	5.71±0.73	6.03±0.64	5.59±0.01

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının üretim ve depolama süresince tiramin (mg/kg kuru madde) değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.20'de ve Ek 21'de verilmiştir. Sucuk örneklerinin ortalama tiramin değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi üretim aşamasının 3. gününde, son üründe, depolamanın 15. gününde ve depolamanın 2. ayında önemsiz bulunmuşken, depolamanın 1. ayında ise kılıf kalibrelerinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Farklı kılıf kalibreleri kullanılarak üretilen sucuklarda tiramin içeriklerinin üretim ve depolama süreci boyunca bütün sucuk örneklerinde istatistiksel olarak önemli artışlar belirlenmiştir ($p<0.05$). Genel olarak en yüksek tiramin içerikleri depolamanın 1.ayı ve 2. ayına ait örneklerde tespit edilmiştir.

Yalçın ve Kolsarıcı (1995) Türk sucuğunda olgunlaşmanın ilk üç gününde tiramin miktarının önemli bir artış gösterdiğini ve 6. günde maksimum düzeye ulaştığını ve sonraki günlerde azalma gösterdiğini tespit etmişlerdir. Sucukların pH ve tiramin düzeyi arasında önemli negatif bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Komprda ve ark (2009), iki farklı kılıf çapı (4,5 cm ve 7 cm), iki starter kültür, iki baharat karışımı kullanarak 16 çeşit kuru fermente sucuk üretmişlerdir ve 0. gün, 14. gün ve olgunlaşmanın son günü 28. günde örnekler almışlardır. Çalışmalarının sonucunda sucuk örneklerinin tiramin içeriklerinin artan olgunlaşma/depolama

süresi ile önemli ölçüde arttığını tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda tiramin içeriğinin depolama sırasında arttığı gözlenmiştir. Parente ve ark (2001) yaptıkları çalışmada tiramin ile sosislerin çapı arasında önemli bir ilişki gözlemlediklerini bildirmişlerdir. Çapı 45-60 mm olan bir sosisin, çapı 20-25 mm olan bir sosisten daha yüksek bir tiramin içeriği bulunduğu sonucunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede doğal kılıf kullanımı ve depolama sonucunda tespit edilen ortalama tiramin içeriklerinin 41.03 ile 229.25 mg/kg kuru madde arasında değiştiği belirlenmiştir. Genel anlamda üretim ve depolama sürecinde bütün kılıf kalibreleri için tiramin içeriklerinin istatistiksel anlamda artığı gözlemlenmiştir. Bu durumun, benzer çalışmalarda rapor edilen artışlarla uyumlu olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, sadece depolamanın 1. ayında istatistiksel anlamda fark oluşmuş olsada, genel olarak daha büyük kalibre doğal kılıflarla üretilen fermente sucukların sayısal anlamda daha fazla tiramin içeriğine sahip olduğunun görülmesi, kılıf kalibresinin tiramin oluşumu üzerine etkili olabileceğine işaret etmektedir.

Çizelge 4.20. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların tiramin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi

Uygulamalar	3.gün	Son Ürün	15.gün	1. ay	2. ay
A(44 mm)	41.03 ± 5.57^{D}	92.16 ± 4.97^{C}	160.40 ± 15.47^{AB}	132.56 ± 0.40^{bB}	183.39 ± 28.79^{A}
B(50 mm)	49.57 ± 1.56^{D}	98.99 ± 0.91^{C}	136.12 ± 6.83^{B}	203.63 ± 5.36^{aA}	194.57 ± 20.17^{A}
C(53 mm)	49.67 ± 7.78^{D}	113.60 ± 0.27^{C}	165.93 ± 15.93^{B}	173.44 ± 13.12^{aAB}	207.19 ± 26.13^{A}
D(58 mm)	45.40 ± 3.19^{C}	116.34 ± 18.33^{B}	155.25 ± 6.64^{B}	213.58 ± 26.42^{aA}	229.25 ± 24.34^{A}
E(61 mm)	45.73 ± 1.71^{D}	108.72 ± 13.95^{C}	148.83 ± 6.27^{B}	191.65 ± 17.00^{aA}	225.28 ± 21.03^{A}

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının üretim ve depolama süresince spermidin (mg/kg kuru madde) değerleri üzerine etkisi Çizelge

4.21'de ve Ek 22'de verilmiştir. Sucuk örneklerinin ortalama spermidin değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi üretim aşamasının 3. gününde, son üründe, depolamanın 15. gününde ve depolamanın 2. ayında önemsiz bulunmuştur. Depolamanın 1. ayında ise kılıf kalibrelerinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$) ancak örneklerin spermidin içeriği incelendiğinde farkların sayısal olarak sınırlı olduğu görülmektedir. Farklı kılıf kalibreleri kullanılarak üretilen sucuklarda spermidin içeriklerinin üretim ve depolama süreci boyunca 44 mm ve 53 mm kılıf kalibrelerine sahip sucuk örneklerinde istatistiksel olarak önemli azalışlar gösterdiği bulunmuştur ($p<0.05$). Genel olarak en yüksek spermidin değerleri üretimin 3.günündeki örneklerde tespit edilmiştir.

Velasco ve Williams (2011), spermidinin taze etlerde yoğun miktarda bulunduğunu bildirmişlerdir. Martuscelli ve ark (2000) yaptıkları çalışmada spermidin poliaminleri her zaman taze ette bulunduğunu ve sosislerdeki ilgili mevcudiyetleri, bu ürünün imalatında yer alan kurutma işlemiyle ilgili olduğunu bildirmişlerdir. Miguélez-Arrizado ve ark (2006) yaptıkları çalışmada, spermidin değerini 6.1 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Bover-Cid (1999) biyojen amin içeriği ile kuru fermente sosislerin büyüklüğü arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmasında 19 adet salchichon (İspanyol sosisi) örneğinde (çapı 5 ve 14 cm arasında) ortalama spermidin değerini 5.6±4.1 mg/kg tespit etmiştir. Gençcelep ve ark (2008) sucuklarda biyojen aminlerin tayinini Türkiye'de perakende pazarlardan ve kasaplardan elde edilen 30 örnek üzerinde yaptıkları çalışmada saptanamayan değer ile 10.7 mg/kg aralığında tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede doğal kılıf kullanımı ve depolama sonucunda tespit edilen ortalama spermidin içeriklerinin 5.62 ile 15.68 mg/kg kuru madde arasında değiştiği belirlenmiştir. Genel anlamda üretim ve depolama sürecinde (1. ay hariç) bütün kılıf kalibreleri için spermidin içeriklerinin sayısal veya istatistiksel anlamda benzer olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca sonuçların, benzer çalışmalarda rapor edilen ortalama spermidin içerikleri ile uyumlu olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.21. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların spermidin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi

Uygulamalar	3.gün	Son Ürün	15.gün	1. ay	2. ay
A(44 mm)	11.65±0.58^{A}	7.90±1.13^{B}	6.92±1.31^{B}	6.35±0.17^{cB}	5.77±0.58^{B}
B(50 mm)	15.68±7.52	8.27±3.10	6.94±0.62	8.96±0.62^{a}	6.13±0.95
C(53 mm)	15.61±0.55^{A}	9.08±0.03^{B}	7.52±0.66^{C}	7.07±0.22^{bcC}	5.94±0.01^{D}
D(58 mm)	12.94±3.86	10.75±3.74	7.20±0.12	7.54±0.56^{b}	7.08±0.43
E(61 mm)	10.49±3.80	8.09±1.83	6.64±0.19	8.04±0.28^{ab}	5.62±1.35

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının üretim ve depolama süresince spermin (mg/kg kuru madde) değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.22'de ve Ek 23'te verilmiştir. Sucuk örneklerinin ortalama spermin değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi bütün üretim ve depolama aşamalarında (üretimin 3. günü, son ürün ve depolama aşamasının 15. günü, 1. ayı ve 2. ayı) önemsiz bulunmuştur. Farklı kılıf kalibreleri kullanılarak üretilen sucukların spermin içeriklerinin üretim ve depolama boyunca değişimleri incelendiğinde, 53 mm ve 61 mm kılıf çapıyla üretilen sucuk örneklerinde son ürün ve/veya depolama aşamasında önemli azalışlar olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Genel olarak ve sayısal olarak örneklerin en yüksek spermin değerleri üretimin 3. gününde tespit edilmiştir.

Üretim ve depolama süresince spermin içeriğinde gözlenen farklılıklar, ette doğal olarak oluşan spermin ile bakteriyel amin üretimini etkileyen pH, sıcaklık gibi önemli çevresel etkenlerden kaynaklanabilmektedir (Doeun ve ark, 2017; Sivamaruthi ve ark, 2020). Miguélez-Arrizado ve ark (2006) yaptıkları çalışmada, spermin değerini 23.4 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Gücükoğlu ve Küplülü (2007) fermente sucukta farklı starter kültür ve olgunlaşma sıcaklıklarının biyojen amin oluşumu üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında hem kontrol örneklerinde

hemde starter kültür ilavesi yapılmış örneklerde spermin saptanmamıştır. Bover-Cid (1999) biyojen amin içeriği ile kuru fermente sosislerin büyüklüğü arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmasında 19 adet salchichon (İspanyol sosisi) örneğinde (çapı 5 ve 14 cm arasında) ortalama spermin değerini 35.2±18.2 mg/kg tespit etmiştir.

Bu çalışmada, fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede doğal kılıf kullanımı ve depolama sonucunda tespit edilen ortalama spermin içeriklerinin 52.99 ile 81.77 mg/kg kuru madde arasında değiştiği belirlenmiştir. Genel anlamda her bir üretim ve depolama sürecinde bütün kılıf kalibreleri için spermin içeriklerinin sayısal veya istatistiksel anlamda benzer olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca bütün kılıf kalibreleri için sayısal anlamda en yüksek spermin içerikleri 3. günde gözlemlenmiş ve üretim ve depolama sürecinde sayısal anlamda (53 mm ve 61 mm kalibre kılıflar için istatistiksel anlamda) azalışlar tespit edilmiştir.

Çizelge 4.22. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların spermin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi

Uygulamalar	3.gün	Son Ürün	15.gün	1. ay	2. ay
A(44 mm)	66.57±4.87	62.77±4.17	54.89±4.73	56.20±0.77	57.94±4.44
B(50 mm)	68.82±7.15	57.59±10.47	59.69±2.00	58.44±5.22	54.33±1.99
C(53 mm)	$68.65±0.46^{A}$	$68.66±1.07^{A}$	$57.21±0.24^{B}$	$60.05±0.45^{B}$	$58.79±2.60^{B}$
D(58 mm)	77.20±10.04	70.55±6.85	56.14±4.56	56.49±7.80	56.62±1.75
E(61 mm)	$81.77±13.23^{A}$	$62.53±1.72^{B}$	$55.67±5.93^{B}$	$58.24±0.19^{B}$	$52.99±2.47^{B}$

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

4.8. TBARS Analizi

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının üretim ve depolama süresince TBARS (mg malondialdehit/kg) değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.23'de ve Ek 24'te verilmiştir. Sucuk örneklerinin ortalama TBARS değerleri üzerine uygulamaların etkisi üretim aşamasının 0. gününde, 3. gününde, son üründe ve depolama aşamasının 1. ayında ve 2. ayında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuşken, depolamanın 15. gününde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). İstatistiksel olarak önemli bulunan aşamada çoklu karşılaştırma testi gerçekleştirilmiş ve en yüksek TBARS değerlerinin 50 mm ve 53 mm çapa sahip sucuk örneklerinin sahip olduğu tespit edilmiştir. Farklı kılıf kalibreleri kullanılarak üretilen sucuk örneklerinde TBARS değerlerinin üretim ve depolama süresince değişimleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Genel olarak TBARS değerlerinin son üründe ve depolamanın 15. gününde (44 mm hariç) en yüksek değerlere sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada, fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede doğal kılıf kullanımı ve depolama sonucunda tespit edilen ortalama TBARS değerleri 1.01 ile 2.15 mg malondialdehit/kg arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.23. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların TBARS değeri (mg malondialdehit/kg) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi

Uygulamalar	0.gün	3.gün	Son Ürün	15.gün	1. ay	2. ay
A(44 mm)	1.01 ± 0.05^{C}	2.06 ± 0.54^{A}	1.90 ± 0.18^{AB}	1.54 ± 0.09^{bABC}	1.40 ± 0.04^{BC}	1.67 ± 0.15^{AB}
B(50 mm)	1.01 ± 0.05^{C}	1.59 ± 0.30^{AB}	1.69 ± 0.03^{AB}	1.95 ± 0.01^{aA}	1.65 ± 0.32^{AB}	1.44 ± 0.09^{BC}
C(53 mm)	1.01 ± 0.05^{D}	1.20 ± 0.17^{CD}	2.15 ± 0.07^{A}	2.01 ± 0.06^{aA}	1.66 ± 0.13^{B}	1.43 ± 0.04^{BC}
D(58 mm)	1.01 ± 0.05^{D}	1.27 ± 0.08^{CD}	2.11 ± 0.17^{A}	1.59 ± 0.05^{bB}	1.47 ± 0.15^{BC}	1.29 ± 0.16^{BCD}
E(61 mm)	1.01 ± 0.05^{C}	1.28 ± 0.12^{BC}	1.76 ± 0.30^{A}	1.46 ± 0.04^{bAB}	1.53 ± 0.09^{AB}	1.45 ± 0.03^{AB}

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

4.9. Duyusal Analiz

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların duyusal özelliklerine etkisi Çizelge 4.24'de verilmiştir. Sucuk örneklerinin ortalama dış görünüş, renk, aroma, tat, tekstür ve genel izlenim puanları üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi son ürün üzerinde gerçekleştirilen duyusal değerlendirme sonucunda önemsiz bulunmuştur. Farklı kalibrede kılıf kullanılarak üretilen sucukların duyusal özellik puanları dış görünüş için 6.9-7.2, renk için 7.0-7.3, aroma için 7.2-7.5, tat için 6.8-7.6, tekstür için 6.8-7.2 ve genel izlenim için 7.0-7.1 arasında değişmiştir. Genel olarak farklı kalibrede kılıf kullanılarak üretilen sucukların benzer duyusal niteliklere sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.24. Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların duyusal özelliklerine etkisi

Uygulamalar	Dış Görünüş	Renk	Aroma	Tat	Tekstür	Genel İzlenim
A(44 mm)	6.9±1.3	7.0±1.3	7.3±1.1	6.8±1.3	7.2±1.0	7.0±1.3
B(50 mm)	7.2±1.2	7.1±0.9	7.4±1.1	7.6±1.2	7.2±1.1	7.1±1.4
C(53 mm)	7.2±1.1	7.2±1.2	7.5±0.7	6.9±1.4	6.9±1.2	7.1±1.4
D(58 mm)	7.1±0.9	7.0±1.0	7.2±1.1	7.1±1.1	6.8±1.0	7.0±0.9
E(61 mm)	7.1±1.1	7.3±1.1	7.3±0.9	7.0±1.1	7.2±0.8	7.1±1.3

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

5. SONUÇLAR

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre; sucukların, üretimin 0. günündeki ortalama pH değerleri 6.09 iken 3. günde 5.01 ile 5.05 arasında ve son üründe 4.96 ile 4.98 arasında değişmektedir. Çalışmada son ürün sucuk örneklerinin pH değerlerinin tebliğde belirtilen değerin altında olduğu tespit edilmiştir.

Farklı kılıf kalibreleri kullanımının sucuk örneklerinin nem değerleri üzerine etkileri bütün uygulamalarda önemsiz bulunmuştur. Sucukların ortalama nem değerlerinin üretimin 0. gününde %58.07 iken 3. günde %47.23 ile %48.75 arasında ve son üründe %37.30 ile %41.93 arasında değiştiği bulunmuştur. Son üründe üç grup haricinde (50 mm, 53 mm, 61 mm kılıf çapı kullanılarak üretilen sucuk örnekleri) nem içeriği %40'ın altında tespit edilmiştir.

Farklı kılıf kalibreleri kullanımının sucuk örneklerinin titrasyon asitliği değerleri üzerine etkileri, üretim süresince, son üründe ve depolama süresince önemsiz bulunmuştur. Sucukların, üretimin 0. günündeki ortalama titrasyon asitliği değerleri %0.50 iken 3. günde %1.10 ile %1.18 ve son üründe %1.37 ile %1.56 arasında değişmektedir.

Farklı kılıf kalibreleri kullanımının sucuk örneklerinin kül değerleri üzerine etkileri son üründe önemli bulunmuştur. Sucukların ortalama kül değerlerinin üretimin 0. gününde %1.97 iken 3. günde %3.35 ile %3.56 arasında ve son üründe %3.83 ile %4.02 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Sucuk örneklerinin ortalama L* değerleri son üründe 53.92 ile 56.16 arasında değişmiştir. Depolamanın 2. ayında en düşük L* değeri 44 mm kalibresine sahip sucuk örneğinde görülmüştür. Ayrıca 2. ayın sonunda en yüksek L* değeri 61 mm kalibresine sahip sucuk örneklerinde görülmüştür.

Sucuk örneklerinin ortalama a* değerleri son üründe 13.51 ile 13.97 arasında değişmiştir. Sucukların depolanmaları süresince a* değerleri, 58 mm ve 61 mm kılıf kalibresine sahip sucuk örneklerinde istatistiksel olarak azalış

göstermiştir ($p < 0.05$). Ancak bu azalışın sayısal olarak sınırlı bir azalış olduğu görülmektedir.

Sucuklar örneklerinin ortalama b* değerleri, son üründe 15.32 ile 16.44 arasında iken depolamanın 2. ayında 13.03 ile 16.57 arasında değişmiştir. Sucukların depolanmaları süresince b* değerleri, 44 mm ve 50 mm kılıf kalibresine sahip sucuk örneklerinde istatistiksel olarak farklılıklar göstermiştir ($p < 0.05$).

Sucuk örneklerinin ortalama sertlik (hardness) değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi son ürün ve depolama aşamalarında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Depolanma sürecinde sertlik değeri, sadece 44 mm kılıf çapı kullanılarak üretilen sucuk örneklerinde istatistiksel olarak farklılık göstermiştir.

Sucuk örneklerinin ortalama tutunabilirlik (adhesiveness) değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi depolamanın 15. günü ve 1. ayında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuşken, son ürün ve depolamanın 2. ayında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Sucukların depolanmaları sürecinde tutunabilirlik değeri, 50 mm, 53 mm ve 61 mm kılıf kalibresine sahip sucuk örneklerinde istatistiksel olarak farklılıklar göstermiştir.

Sucuk örneklerinin ortalama iç yapışkanlık (cohesiveness), çiğnenebilirlik (chewiness), esneklik (resilience) değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi son ürün'de, depolamanın 15. gününde, 1. ayında ve 2. ayında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Sucuk örneklerinin ortalama triptamin değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi 15. günü ve 1. ayında önemli bulunmuştur. Triptamin içeriklerinin üretim ve depolama boyunca değişimleri 44 mm, 50 mm ve 53 mm kılıf çapı kullanılarak üretilen sucuklarda istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir ($p<0.05$). En yüksek triptamin değeri 44 mm kılıf kalibresine sahip sucuk örneğinde depolamanın 15. gününde ve 1. ayında tespit edilmiştir.

Sucuk örneklerinin ortalama 2-feniletilamin değerleri üzerine uygulamaların etkisi bütün üretim ve depolama aşamalarında (üretimin 3. günü, son ürün ve depolama aşamasının 15. günü, 1. ayı ve 2. ayı) istatistiksel olarak

önemsiz bulunmuştur. 2- feniletilamin içeriklerinin üretim ve depolama boyunca değişimleri incelendiğinde, 53 mm ve 58 mm kılıf çapıyla üretilen sucuk örneklerinde depolama aşamasında önemli artışlar olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Sucuk örneklerinin ortalama putresin değerleri üzerine uygulamaların etkisi bütün üretim ve depolama aşamalarında (üretimin 3. günü, son ürün ve depolama aşamasının 15. günü, 1. ayı ve 2. ayı) istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. putresin içeriklerinin üretim ve depolama boyunca değişimleri incelendiğinde, 44 mm, 53 mm, 58 mm ve 61 mm kılıf çapıyla üretilen sucuk örneklerinde üretim ve/veya depolama aşamalarında önemli artışlar bulunmuştur ($p<0.05$). Bu örneklerde en yüksek putresin değerleri ise depolamanın 2. ayında tespit edilmiştir.

Sucuk örneklerinin ortalama kadaverin değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi depolamanın 15. gününde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ancak kadaverin içeriklerinin üretim ve depolama süreci boyunca değişimleri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ve her bir uygulama için örneklerin kadaverin içeriğinin üretim ve depolama süresince benzer olduğu belirlenmiştir.

Sucuk örneklerinin ortalama histamin değerleri üzerine uygulamaların etkisi bütün üretim ve depolama aşamalarında (üretimin 3. günü, son ürün ve depolama aşamasının 15. günü, 1. ayı ve 2. ayı) istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Histamin içeriklerinin üretim ve depolama boyunca değişimleri incelendiğinde, 44 mm kılıf çapıyla üretilen sucuk örneklerinde üretimin 3. günden sonra kısmi bir azalış belirlenmiştir ($p<0.05$)

Sucuk örneklerinin ortalama tiramin değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi depolamanın 1. ayında önemli bulunmuştur ($p<0.05$) tiramin içeriklerinin üretim ve depolama süreci boyunca bütün sucuk örneklerinde istatistiksel olarak önemli artışlar belirlenmiştir ($p<0.05$). Genel olarak en yüksek tiramin içerikleri depolamanın 1. ayı ve 2. ayına ait örneklerde tespit edilmiştir.

Sucuk örneklerinin ortalama spermidin değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi depolamanın 1. ayında önemli bulunmuştur ($p<0.05$) ancak farkların sayısal

olarak sınırlı olduğu görülmektedir. Spermidin içeriklerinin üretim ve depolama süreci boyunca 44 mm ve 53 mm kılıf kalibrelerine sahip sucuk örneklerinde istatistiksel olarak önemli azalışlar gösterdiği bulunmuştur ($p<0.05$). Genel olarak en yüksek spermidin değerleri üretimin 3. günündeki örneklerde tespit edilmiştir.

Sucuk örneklerinin ortalama spermin değerleri üzerine kılıf kalibrelerinin etkisi bütün üretim ve depolama aşamalarında (üretimin 3. günü, son ürün ve depolama aşamasının 15. günü, 1. ayı ve 2. ayı) önemsiz bulunmuştur. Spermin içeriklerinin üretim ve depolama boyunca değişimleri incelendiğinde, 53 mm ve 61 mm kılıf çapıyla üretilen sucuk örneklerinde son ürün ve/veya depolama aşamasında önemli azalışlar olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Genel olarak ve sayısal olarak örneklerin en yüksek spermin değerleri üretimin 3. gününde tespit edilmiştir.

Farklı kılıf kalibreleri kullanılarak üretilen sucuk örneklerinin TBARS değerleri üzerine etkisi depolamanın 15. gününde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu aşamada en yüksek TBARS değerlerinin 50 mm ve 53 mm çapa sahip sucuk örneklerinin sahip olduğu tespit edilmiştir. TBARS değerlerinin üretim ve depolama süresince değişimleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Genel olarak TBARS değerlerinin son üründe ve depolamanın 15. gününde en yüksek değerlere sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Son ürün üzerinde gerçekleştirilen duyusal analiz sonucunda, elde edilen sucuk örneklerinin duyusal özellikleri (dış görünüş, renk, aroma, tat, tekstür ve genel izlenim) üzerine uygulamaların etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Bu durum farklı kalibreler kullanılarak üretilen sucukların benzer duyusal niteliklere sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, farklı kılıf kalibreleri kullanılarak üretilen fermente sucuklar incelenen kalite kriterleri açısından benzer niteliklerde değerlere sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca, fermente sucukların son ürün ve depolama aşamasında biyojen amin değerleri incelendiğinde, farklı kılıf kullanımının triptamin, 2-feniletilamin ve tiramin değerleri üzerine etkili olabileceği ancak putresin, kadaverin, histamin, spermidin ve spermin değerlerinin değişimi üzerine önemli bir

etkiye sahip olmadığı gözlenmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre elde edilen sucukların duyusal özelliklerinin beğenildiği ve farklı kılıf kalibrelerinde de üretimin yapılabileceği tespit edilmiştir. Ayrıca, farklı formülasyon ve üretim proseslerinin, farklı kalibrede doğal kılıflar kullanılarak üretilen fermente sucukların kalite özellikleri ve biyojen amin içerikleri üzerine etkilerinin araştırılmasının daha sonra gerçekleştirilecek çalışmalar için önem taşıdığı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Adams, M. R., 1986. Fermented flesh foods. Progress in industrial microbiology, 23: 159-198.

Alper, N., Temiz, A. 2001. Gıdalarda Biyojen Aminler ve Önemi. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 58 (2): 71 – 80.

Anar, Ş., 2010. Et ve Et Ürünleri Teknolojisi. Dora Yayıncılık, Bursa, 432s.

Anonim, 1980. Et ve Balık Kurumu Bağırsak Yönetmeliği. Ankara.

Anonim, 1988. Verarbeitung von Naturdarmen, Die Fleischerei, 11, 941-943.

Anonim, 1992. Asorti Bağırsak. İgeme ürün Profili, 1-10.

Anonim, 1999. Tarım İstatistikleri. D.İ.E. Yayınları, 114-115.

Anonim, 2004. The National Provisioner. 26s.

Anonim, 2012. Türk Sucuğu TS 1070. Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar/Ankara.

Anonim, 2018. Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği. Tebliğ No: 2018/52, Resmi Gazete, 29 Ocak 2019, Sayı: 30670.

AOAC, 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International (17th ed.). AOAC International Suite Suit 500, 481 North Frederick Avenue Gaithersburg. Maryland, 2417-2877, USA.

Arcıl, O. 1964. Et Endüstrisinde Bağırsak İşletmeciliği. Et ve Balık Kurumu Yayıncılık, No:22, İstanbul.

Arslan, B. 2016. Sucuk üretiminde yüzey küf inhibitörü olarak kitosan kullanımı. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Assessment, R.R. 2010. Import risk analysis: Sausage Casings from Small Ruminants.

Aygün, O. 2003. Biyojen aminler süt ve süt ürünlerindeki varlığı ve önemi. Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med. 22: 91-95

Baka, A. M., Papavergou, E. J., Pragalaki, T., Bloukas, J. G., Kotzekidou, P. 2011. Effect of selected autochthonous starter cultures on processing and quality characteristics of Greek fermented sausages. LWT-Food Science and Technology, 44(1): 54-61.

Bakker, W. A. M., Houben, J. H., Koolmees, P. A., Bindrich, U., Sprehe, L. 1999. Effect of initial mild curing, with additives, of hog and sheep sausage casings on their microbial quality and mechanical properties after storage at difference temperatures. Meat Science, 51(2): 163–174.

Baltic, Z.M., Baltic, T., Mitrovic, R., Mitrovic-Stanivuk, M., Popovic, L.j. 2009. Fermented Sausage Casings. 55th International Meat Industry Conference. Procedia Food Science 5:69-72.

Bauer, V. F., Seuss, I., Paulsen, P., Vali, S. 1994. The formation of biogenic amines in meat and meat products. In Proceedings of 40th 10 International Congress of Meat Science Technology, SV (Vol. 25).

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

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

Bourne, M.C. 1978. Texture profile analysis. Food Technology, 32 (7): 62-66.

Bover-Cid, S., Izquierdo-Pulido, M., Vidal-Carou, M. C. 2001. Changes in biogenic amine and polyamine contents in slightly fermented sausages manufactured with and without sugar. Meat Science, 57(2): 215-221.

Bover-Cid, S., Izquierdo-Pulido, M., Vidal-Carou, M.C. 2000. Influence of hygienic quality of raw materials on biogenic amine production during ripening and storage of dry fermented sausages. Journal of Food Protection, 63(11): 1544-1550.

Bover-Cid, S., Schoppen, S., Izquierdo-Pulido, M., Vidal-Carou, M. C. 1999. Relationship between biogenic amine contents and the size of dry fermented sausages. Meat Science, 51(4): 305-311.

Bozkurt, H. 2006. Investigation of the effect of sumac extract and BHT addition on the quality of sucuk (Turkish dry-fermented sausage). Journal of the Science of Food and Agriculture, 86(5): 849-856.

Bozkurt, H. and Bayram, M. 2006. Colour and textural attributes of sucuk during ripening. Meat Science, 73: 344-350.

Bozkurt, H., Erkmen, O. 2004. Effects of temperature, humidity and additives on the formation of biogenic amines in sucuk during ripening and storage periods. Food science and technology international, 10(1): 21-28.

Bradley, R. 2002. Report on the safety of sheep intestine and natural casings derived there from in regard to risks from animal TSE and BSE in particular.

Campbell-Platt, Cook 1995. Fermented Meats. Blackie Academic-Professional Publishing, İngiltere, 295s.

Cantoni, C., Bersani, C., Damenis, C., Comi, G. 1994. Ammine biogene negli insaccati crudi stagionati. Industrie alimentari (Pinerolo), 33(332): 1239-1243.

Casaburi, A., Conseption, A., Cavella, S., Di Monaco, R., Ercolini, D., Toldrá, F., Villani, F. 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.

Chander, H., Batish, V. K., Babu, S., Singh, R. S. 1989. Factors affecting amine production by a selected strain of Lactobacillus bulgaricus. Journal of Food Science, 54(4): 940-942.

Chawla, S.P., Chander, R., Sharma, A. 2006. Safe and shelf-stable natural casing using , hurdle technology. Food Control, 17 (2): 127-131.

Çelebi Sezer, Y. 2012. Fermente sucuktan izole edilen bazı laktik asit bakterilerinin starter kültür olarak kullanım potansiyelinin belirlenmesi Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Dadáková, E., Křížek, M., Pelikánová, T. 2009. Determination of biogenic amines in foods using ultra-performance liquid chromatography (UPLC). Food chemistry, 116(1): 365-370.

Dalmış, Ü. 2007. Sucukta üretim ve depolama sırasında meydana gelen mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişmeler. Ankara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 155s.

Demeyer, D. 1982. Stoichiometry of dry sausage fermentation. Antonie van Leeuwenhoek, 48: 414–416.

Demeyer, D., Verpletse, A., Gistelink, M. 1986. Fermentation of meat: an integrated process. In: Meat processing fermented products (session 5)32nd Eur. Meet. Meat Res. Work. pp. 241–247 Ghent.

Diaz-Cinco, M. E., Fraijo, O., Grajeda, P., Lozano-Taylor, J., de Mejia, E. G. 1992. Microbial and chemical analysis of Chihuahua cheese and relationship to histamine and tyramine. Journal of Food Science, 57(2): 355-356.

Djordjevic, J., Pecanac, B., Todorovic, M., Dokmanovic, M., Glamoclija, N., Tadic, V., Baltic, M. Z. 2015. Fermented sausage casings. Procedia Food Science, 5: 69-72.

Djuric, J., Baltic, Z.M., Pecanac, B., Saric, M., Mandic, S., Filipovic, I., Dojcinovic, S. 2011. Fermentisane kobasice-proizvodi sa tradicijom. Veterinarski zurnal Republike Srpske XI, 1, 5-11.

Doeun, D., Davaatseren, M., Chung, M.S. 2017. Biogenic amines in foods. Food science and biotechnology, 26 (6), 1463-1474.

Doğan, Y.N., Lenger, Ö. F., Düz, M., Doğan, I., Gürler, Z. 2020. Effects of wild type lactic acid bacteria on histamine and tyramine formation in sucuk. Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society, 71(4): 2553-2558.

Durlu-Özkaya, F., Ayhan, K., Vural, N. 2001. Biogenic amines produced by Enterobacteriaceae isolated from meat products. Meat Science, 58(2): 163-166.

Eerola, S., Hinkkanen, R., Lindfors, E., Hirvi, T. 1993. Liquid chromatographic determination of biogenic amines in dry sausages. Journal of AOAC International, 76(3): 575-577.

Eerola, S., Maijala, R., Sagues, A. X. R., Salminen, M., Hirvi, T. 1996. Biogenic amines in dry sausages as affected by starter culture and contaminant amine-positive Lactobacillus. Journal of Food Science, 61(6): 1243-1246.

Eitenmiller, R. R., Koehler, P. E., Reagan, J. O. 1978. Tyramine in fermented sausages: factors affecting formation of tyramine and tyrosine decarboxylase. Journal of Food Science, 43(3): 689-693.

Ercoşkun, H., Özkal, S.G. 2011. Kinetics of Traditional Turkish Sausage Quality Aspects During Fermentation. Food Control, 22: 165-172.

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

Ercoşkun, H., Çon, A.H., Gökalp, H.Y. 2000. Biyojenik aminler ve gıdalarda mikroorganizmalarca üretimi.

Erdoğrul, Ö., Ergün, Ö. 2005. Kahramanmaraş Piyasasında Tüketilen Sucukların Bazı Fiziksel, Kimyasal, Duyusal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Dergisi, 31(1): 55-65.

Feng, C.H., Durmmond, L., Zhang, Z.H., Sun, D.W. 2014. Evaluation of innovative immersion vacuum cooling with different pressure reduction rates and agitation for cooked sausages stuffed in natural or artificial casing. Food Science Techonolgy, 59 (1): 77-85.

Fischer, A., Schweflinghaus, M. 1988. Naturdärme 1: anatomie und gewinnung. Fleischerei, 39:10-14.

Franco, I., Prieto, B., Cruz, J.M., Lopez, M., Carballo, J. 2002. Study of the Biochemical Changes During the Processing of Androlla, a Spanish Dry-Cured Pork Sausage. Food Chemistry, 78: 339-345.

Gençcelep, H., 2006. Sucuk üretiminde değişik starter kültürler ve farklı nitrit seviyelerinin biyojen amin oluşumu üzerine etkileri. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi. 131s.

Gençcelep, H., Kaban, G., Aksu, M. I., Öz, F., Kaya, M. 2008. Determination of biogenic amines in sucuk. Food Control, 19(9): 868-872.

Gençcelep, H., Kaban, G., Aksu, M. I., Öz, F., Kaya, M. 2008. Determination of biogenic amines in sucuk. Food Control, 19(9): 868-872.

Gençcelep, H., Zorba, Ö. 2017. The Effect of Dried Mushroom (Agaricus bisporus) Addition on Microbiological Quality and Biogenic Amine Contents in Sucuk Production. Gida Dergisi /Journal of Food, 42: 787-798.

Gök, V. 2006. Antioksidan kullanımının fermente sucukların bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. Doktora Tezi, Ankara.

Gök, V. 2015. Effect of Replacing Beef Fat with Poppy Seed Oil on Quality of Turkish Sucuk. Korean J Food Sci Anim Resour, 35 (2): 240-247.

Gökalp, H.Y., Ercoşkun, H., Çon, A.H. 1998. Fermente Et Ürünlerinde Bazı Biyokimyasal Reaksiyonlar ve Aroma Üzerine Etkileri. Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 3: 805-811.

Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö., 2001. Et ve Et Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Labaratuvar Uygulama Kılavuzu. 4. Baskı, A. Ü. Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum, 268s.

Gökalp, H.Y., Kaya, M., Zorba, Ö. 2002. Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi. Erzurum. 561s.

Gücükoğlu, A.Y., Küplülü, Ö.T.D. 2007. Türk fermente sucuğunda farklı starter kültür ve olgunlaşma sıcaklıklarının biyojen amin oluşumu üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi.

Gürbüz, S., Güngör, A.Ç. 2018. Mardin'de satışa sunulan geleneksel fermente sucukların bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri. Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Dergisi, 7: 28-32.

Halász, A., Baráth, Á., Simon-Sarkadi, L., Holzapfel, W. 1994. Biogenic amines and their production by microorganisms in food. Trends in Food Science & Technology, 5(2): 42- 49.

Harper, B.A., Barbut, S., Lim, L.T., Marcone, M.. 2012. Microstructural and textural investigation of various manufactured collagen sausage casings. Food Research International, 49(1): 494-500.

Heinz, G., Hautzinger, P. 2007. Meat processing technology for small to medium scale producers. FAO, Bangkok, Thailand.

Hernandez-Jover, T., Izquierdo-Pulido, M., Veciana-Nogues, M.T., Vidal-Carou, M.C. 1996. Biogenic amine sources in cooked cured shoulder pork. J Agric Food Chemistry. 44: 3097-101.

Herrero, A. M., Ordóñez, J. A., de Avila, R., Herranz, B., De la Hoz, L., Cambero, M. I. 2007. Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture profile analysis and physico-chemical characteristics. Meat science, 77(3): 331-338.

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

Hutarova, Z., Vecerek, V., Marsalek, P., Steinhauserova, I., Borilova, G. 2013. Changes in biogenic amine concentrations in meat of eviscerated pheasants (Phasianus colchicus) during storage 7°C. 82 (2), 169-174.

Hwang, H.J., 1991. Schimmelpilze als Starterkultur für die Rohwurs Therstellung. Dissertation. Un. Hohenheim Fakultät Allgemeine und Angewandte Naturwissenschaften.

Işıksal, S. 2006. Sucuk ve pastırmanın sorpsiyon izotermlerinin belirlenmesi Ankara Üniversites, Fen Bilimleri Enstitüsü.

İnal, T. 1992. Besin hijyeni: Hayvansal gıdaların sağlık kontrolu. Final Ofset.

Kantaria U.D., Gokani R.H. 2011. Quality and safety of biogenic amines. International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences, 2(4): 1461-1468.

Kara, H.H., Bor, Y. 2017. Sustainability in the food supply chain. Lambert Academic Publishing.

Karahan, A. G. 2003. Gıdalarda biyojen aminler. Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi, 1(5): 21-32.

Karahan, G.K. 2017. Afyonkarahisar ilinde üretilen bir grup dondurulmuş beyaz yumurtacı çıkma tavuk karkasında kimi karkas özelliklerinin saptanması. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kargozari, M., Moini, S., Basti, A.A., Emam-Djomeh, Z., Ghasemlou, M.,Martin, R.I., Gandomi, H., Carbonell-Barrachina, A.A., Szumny, A. 2014. Development of Turkish Dry-Fermented Sausage (Sucuk) Reformulated with Camel Meat and Hump Fat and Evaluation of Physicochemical, Textural, Fatty Acid and Volatile Compound Profiles During Ripening. Food Science and Technology, 59:849-858.

Keller, J.E., Skelley, G.C., Acton, J.C. 1974. Effect of meat particle size and casing diameter on summer sausage properties during drying. Journal of Milk and Food Technology, 37(2): 101-106.

Klausen, N.K., Lund, E. 1986. Formation of biogenic amines in herring and mackerel. Zeitschrift fuer Lebensmittel-Untersuchung und Forschung, 182(6): 459-463.

Kocaoğlu, M. 1964. Türkiye'de Bağırsakçılık. Çelikcilt Matbaası, İstanbul.

Komprda, T., Sládková, P., Dohnal, V. 2009. Biogenic amine content in dry fermented sausages as influenced by a producer, spice mix, starter culture, sausage diameter and time of ripening Meat Science 83: 534-542.

Kramlich, W.E. 1971. Sausage products, p. 484-511. In J. F. Price and B. S. Scheigert (ed) The science of meat and meat products. W. H. Freeman and Company, San Francisco.

Kurt, E.Y., Soyer, A.T.D. 2009. Sucukta organik asit kompozisyonuna farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kurt, Ş., Zorba, Ö. 2008. Et ve fermente et ürünlerinde biyojen aminler. 10. Gıda Kongresi, Türkiye, 21-23 Mayıs.

Kuyumcu, A., Yurttagül, M. 2000. Ankara Piyasasında Satılan Salam, Sucuk ve Sosislerin Nem, Yağ, Tuz, Kül ve Kalıntı Nitrat, Nitrit Miktarlarının Tayini Üzerine Bir Araştırma. Beslenme ve Diyet Dergisi, 29(2): 14-24.

Laranjo, M., Agulheiro-Santos, A. C., Potes, M. E., Cabrita, M. J., Garcia, R., Fraqueza, M. J., Elias, M. 2015. Effects of genotype, salt content and calibre on quality of traditional dry-fermented sausages. Food Control, 56: 119-127.

Lee, S.K., Kim, Y.S., Kim, J.Y., Song, Y.H. 2001. Effect of Muscle pH and Display Conditions on Surface Color in Hanwoo (Korean Native Cattle) Beef. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 14(3):365-371.

Leroy, F., Geyzen, A., Janssens, M., De Vuyst, L., Scholliers, P. 2013. Meat fermentation at the crossroads of innovation and tradition: A historical outlook. Trends in Food Science & Technology, 31(2): 130–137.

Leuschner, R.G.K., Heidel, M., Hammes, P.W. 1998. Histamine and Tyramine Degredation by Food Fermenting Microorganisms. International Journal of Food Microbiology, 39: 1-10.

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

Madhwaraj, S., Nair, K.K.S., Nair, P.R., Kadkol, S.B., Baliga, B.R. 1980. Preservation of salted casings. Journal of Food Science and Technology, 17, 273–275.

Maijala, R.L., Eerola, S.H., Aho, M.A., Hirn, J.A. 1993. The Effect of GDL-induced pH decrease on the formation of biogenic amines in meat. J Food Protect. 56 (2): 125-9.

Marco, A., Navarro, J.L., Flores, M. 2006. The Influence of Nitrite and Nitrate on Microbial, Chemical and Sensory Parameters of Slow Dry Fermented Sausage. Meat Science, 73: 660-673.

Martuscelli, M., Crudele, M. A., Gardini, F., Suzzi, G. 2000. Biogenic amine formation and oxidation by Staphylococcus xylosus strains from artisanal fermented sausages. Letters in Applied Microbiology, 31(3): 228-232.

Maskan, M. 2001. Kinetics of colour change of kiwifruits during hot air and microwave drying. Journal of food engineering, 48(2): 169-175.

Masson, F., Johansson, G., Montel, M.C. 1999. Tyramine production by a strain of Carnobacterium divergens inoculated in meat–fat mixture. Meat science, 52(1), 65-69.

Meilgaard, M.C., Carr, B.T., Civille, G.V. 2006. Sensory evaluation techniques. CRC press. 424s.

Mielnik, M.B., Olsen, E., Vogt, G., Adeline, D., Skrede, G. 2006. Grape seed extract as antioxidant in cooked cold stored turkey meat. Food Science and Technolgy, 39: 191-198.

Miguélez-Arrizado, M.J., Bover-Cid, S., Latorre-Moratalla, M.L., Vidal-Carou, M.C. 2006. Biogenic amines in Spanish fermented sausages as a function of diameter and artisanal or industrial origin. Journal of the Science of Food and Agriculture, 86(4): 549-557.

Muguerza, E., Fista, G., Ansorena, D., Astiasaran, I., Bloukas, J.G. 2002. Effect of Fat Level and Partial Replacement of Pork Backfat with Olive Oil on Processing and Quality Characteristics of Fermented Sausage. Meat Science, 61: 397-404.

Muguerza, E., Gimeno, O., Ansorena, D., Astiasaran, I. 2004. New Formulation for Healthier Dry Fermented Sausages. Trends in Food Science and Technology, 15: 452-457.

Naghaski, J., Rust, R.E. 1987. Natural casings. In: The Science of Meat and Meat Products. JF Price, BS Schweigert (eds). Westport, CT: Food and Nutrition Press.

Nakyinsige, K., Man, Y.B.C., Sazili, A.Q. 2012. Halal authenticity issues in meat and meat products. Meat science, 91(3): 207-214.

Nout, M.J.R. 1994. Fermented Foods and Food Safety. Food Research International, 27(3): 291–298.

Ockerman, H.W. 1996. Meat Chemistry. Columbus, The Ohio State University.

Ockerman, H.W., Hansen, C.L. 1988. Animal By-Product Processing.

Ordóñez, J.A., Hierro, E.M., Bruna, J.,Hoz, L. 1999. Chnages in the components of dry-fermented sausages during ripening. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 39(4): 329-367.

Öven, D.C. 2017. Sucukların bazı fizikokimyasal ve tekstürel özellikleri üzerine farklı yağ oranlarının etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Özbay-Doğu, S., Sarıçoban, C. 2015. Balık ve balık ürünlerinde biyojen aminler ve önemi. Sütçü İmam Üniversitesi, Doğa Bilimleri Dergisi, 18(3): 19-28.

Öztan, A., 2005. Et Bilimi ve Teknolojisi. Gıda Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, 495s.

Papavergou, E. J., Savvaidis, I. N., Ambrosiadis, I. A. 2012. Levels of biogenic amines in retail market fermented meat products. Food Chemistry, 135(4): 2750-2755.

Parente, E., Martuscelli, M., Gardini, F., Grieco, S., Crudele, M.A., Suzzi, G. 2001. Evolution of microbial populations and biogenic amine production in dry sausages produced in Southern Italy. Journal of Applied Microbiology, 90: 882 – 891.

Pearson A.M., Dutson T.R. 1988. Edible meat by-products. In: Advances in Meat Research, Vol. 5. New York.

Pearson, A.M., Gillett, T A. 1996. Processed meats. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers.

Ross, M.H., Pawlina, W. 2006. Histology. Lippincott Williams & Wilkins.

Santos-Buelga, C., Peña-Egido, M.J., Rivas-Gonzalo, J.C. 1986. Changes in tyramine during Chorizo-sausage ripening. Journal of Food Science, 51(2): 518-519.

Sarıçoban, C., Karakaya, M. 2001. Sığır Etine Farklı Oranlarda Karıştırılan Yumurta Tavuğu Etinin Türk Tipi Sucuk Üretiminde Kullanılabilme Olanakları Üzerine bir Araştırma. Gıda, 26(2): 109-113.

Savic, I., Savic, Z. 2002. Sausage Casings, 1st ed. Vienna.

Shalaby, A.R. 1996. Significance of biogenic amines to food safety and human health. Food Research International, 29: 675 – 690.

Silla Santos, M.H., 1996. Biogenic amines: their importance in foods. International Journal Food Microbiology 29: 213 – 231.

Sivamaruthi, B.S., Kesika, P., Chaiyasut, C. 2020. A narrative review on biogenic amines in fermented fish and meat products. Journal of Food Science and Technology, 1-17.

Smith, J.S., Kenney, P.B., Kastner, C.L., Moore, M.M. 1993. Biogenic amine formation in fresh vacuum-packaged beef during storage at 1°C for 120 days. J Food Protect, 56 (6): 497-500.

Smith, T.A. 1980. Amines in food. Food Chemistry, 6:169–200.

Soncu E.D., Arslan B., Ertürk D., Küçükkaya S., Özdemir N., Soyer A. 2018. Microbiologyal, physicochemical and sensory characteristics of turkish fermented sausages (sucuk) coated with chitosan-essential oils. LWT-Food Science and Technology, 97: 198-204.

Soyer, A. 2002. Fermente et ürünlerinde kaliteyi etkileyen iç faktörler. Gıda, 27(1): 15-19.

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

Sözbilir, B.N., Bayşu, N. 2008. Biyokimya. Güneş Tıp Kitabevleri.

Stahnke, L.H. 1995. Dried Sausages Fermented with Staphylococcus xylosus at Different Temperatures and with Different Ingredient Levels–Part 1. Chemical and Bacteriological Data. Meat Science, 41 (2): 179-191.

Stajić, S., Perunović, M., Stanišić, N., Žujović, M., Živković, D. 2013. Sucuk (Turkish-style dry-fermented sausage) quality as an influence of recipe formulation and inoculation of starter cultures. Journal of Food Processing and Preservation, 37(5): 870-880.

Suzzi, G., Gardini, F. 2003. Biogenic amines in dry fermented sausages: a review. International journal of food microbiology, 88(1): 41-54.

Şanes, A. 2006. Kalorisi ve yağ miktarı azaltılmış fonksiyonel (Diyet) sucuk Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ten Brink, B., Damink, C., Joosten, H.M.L.J., Huis, J.H.J. 1990. Occurence and Formation of Biologically Active Amines in Foods. International Journal of Food Microbiology, 11: 73-84.

Toldrá, F. 2006. The role of Muscle Enzymes in dry-cured meat product with different drying conditions. Trends in Food Science&Technology, 17(4), 164-168.

Trevino, E., Beil, D., Steinhart, H. 1997. Formation of biogenic amines during the maturity process of raw meat products, for example of cervelat sausage. Food Chemistry, 60(4): 521-526.

Turhan, Ö. 2010. Küflü sucuklarda mikrofloranın belirlenmesi ve küf gelişmesi üzerine maya izolatlarının etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstambul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ünal, K. 2017. Farklı Hayvansal Yağlar İlave Edilerek Üretilen Sucukların Bazı Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Karanfil ve Tarçının Etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 14(3): 55-65.

Üren, A., Babayiğit, D. 1997. Colour parameters of Turkish-type fermented sausage during fermentation and ripening. Meat science, 45(4): 539-549.

Varlık, C. 1994.Soğukta depolanan sardalyalarda histamin düzeyinin belirlenmesi. Gıda 19: 119-24.

Velasco, V., Williams, P. 2011. Improving meat quality through natural antioxidants.Chil J Agri Res, 71: 313-322.

Vural, H., Öztan, A. 1992. Türk sucuklarında ticari starter kültür kullanımı üzerine araştırmalar. Gıda 17 (1): 53-60.

Walz, F. H., Gibis, M., Lein, M., Herrmann, K., Hinrichs, J., Weiss, J. 2018. Influence of casing material on the formation of efflorescences on dry fermented sausages. LWT - Food Science and Technology, 89: 434-440.

Williams, P. 2007. Nutritional composition of red meat. Nutr Diet, 64 (4): 113-119.

Wilson, G.D. 1960. Sausage products p. 349-372. The science of meat and meat products, W. H. Freeman and Company, San Francisco.

Wu, Y.C., Chi, S.P. 2010. Handbook of Fermented Meat and Poultry. Blackwell publishing, Ames, Iowa, USA, pp. 101–110.

Yalçın, S., Kolsarıcı, N. 1995. Türk Fermente Sucuğunun Sırasında Tyramin Düzeyindeki Değişiklikler (İngilizce). Gıda, 20(6): 353-355.

Yalman, K. 1982. Bağırsak Üretimi ve İhraç İmkanları. İgeme Yayınları, İstanbul.

Yıldırım, Y. 1992. Et Endüstrisi. Yıldırım Basımevi, Ankara.

Zeuthen, P. 1995. Historical aspects of meat fermentations. In Fermented meats (pp. 53-68). Springer, Boston, MA.

ÖZGEÇMİŞ

Adana'da doğdu. İlkokul, ortaokul ve lise öğrenimini Çukurova'da tamamladı. 2012 yılında Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde lisans eğitimine başladı. 2017 yılında mezun oldu. 2018 yılında Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı. 2020 yılında kamu kurumunda Gıda Mühendisi olarak göreve başladı. Evlidir.

EKLER

EK 1

DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU

Adı - Soyadı : Yaşı:

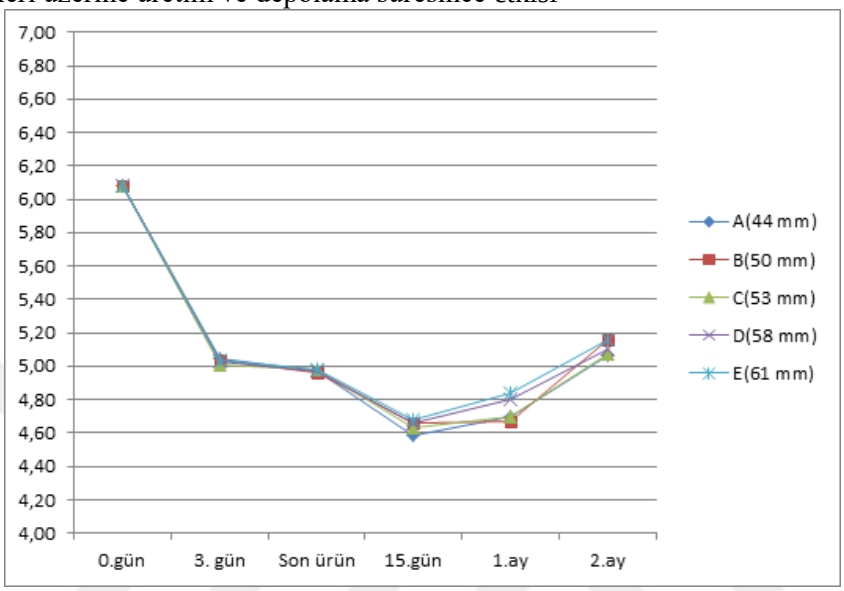
Lütfen size sunulan örneklerin "ÖRNEK KODLARI"nı aşağıdaki sütunlara yazınız.
Örnekleri değerlendiriniz
Her bir örnek için değerlendirilen "ÖZELLİK" ile ilişkili hissettiğinizi en iyi yansıtan puanı yazınız.

Hiç Beğenmedim	Çok Beğenmedim	Orta Derecede Beğenmedim	Biraz Beğenmedim	Ne Beğendim Ne Beğenmedim	Az Beğendim	Orta Derecede Beğendim	Çok Beğendim	Çok Fazla Beğendim
1	2	3	4	5	6	7	8	9

ÖZELLİKLER	**ÖRNEK KODLARI**				
DIŞ GÖRÜNÜŞ					
RENK					
AROMA					
TAT					
TEKSTÜR					
GENEL İZLENİMİNİZ					

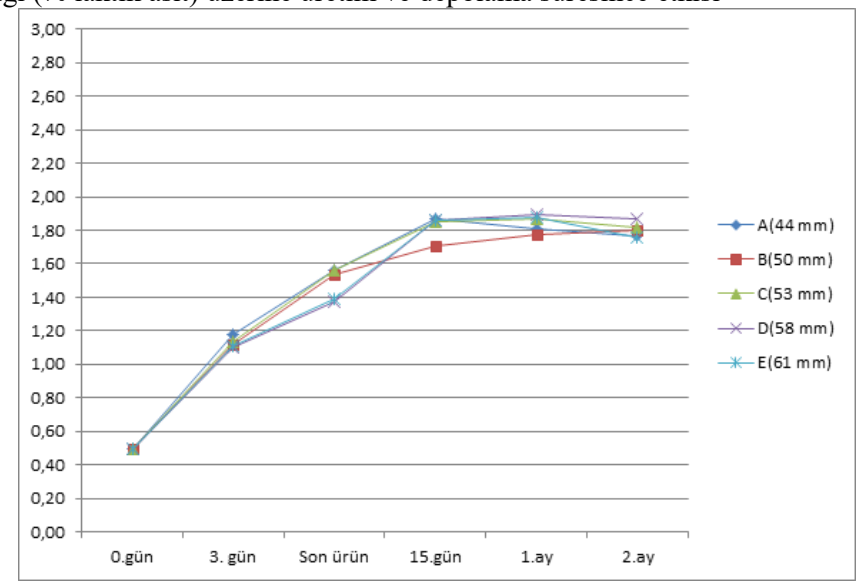
EK 2

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların pH değerleri üzerine üretim ve depolama süresince etkisi



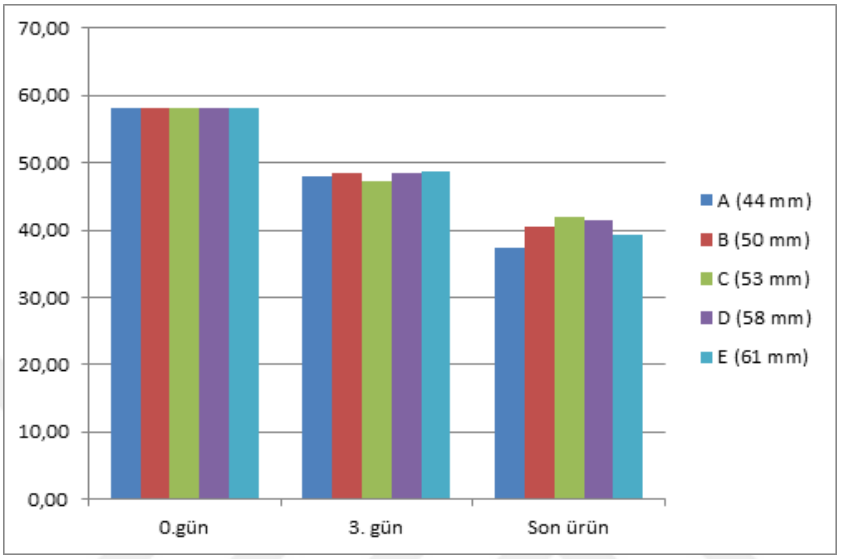
EK 3

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların titrasyon asitliği (% laktik asit) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi



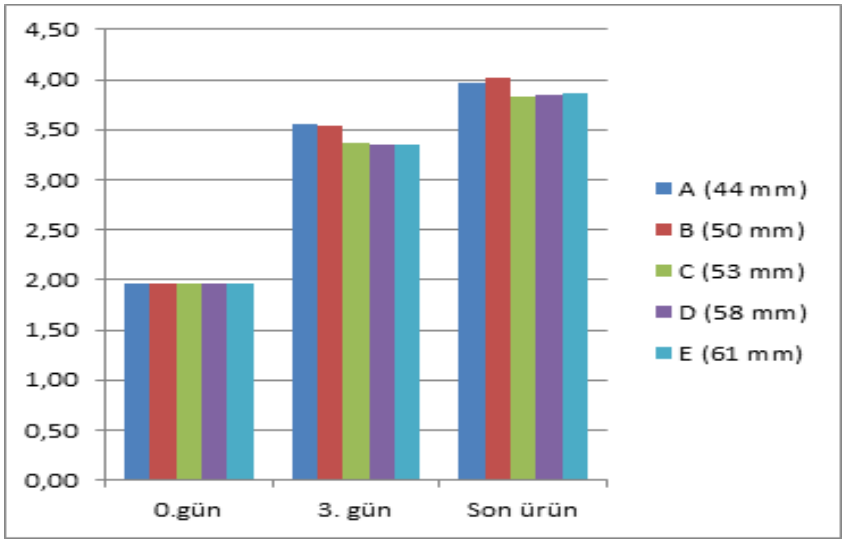
EK 4

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların nem içeriği (%) üzerine üretim süresince etkisi



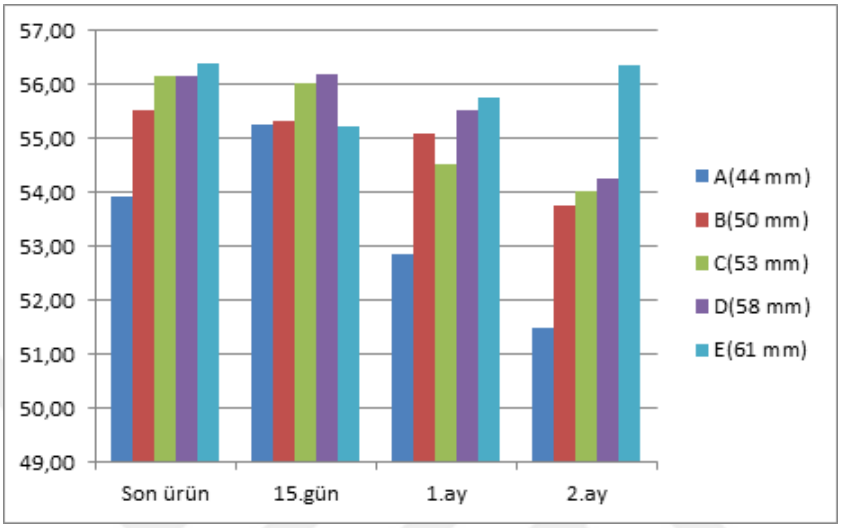
EK 5

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların kül (%) değerleri üzerine üretim süresince etkisi



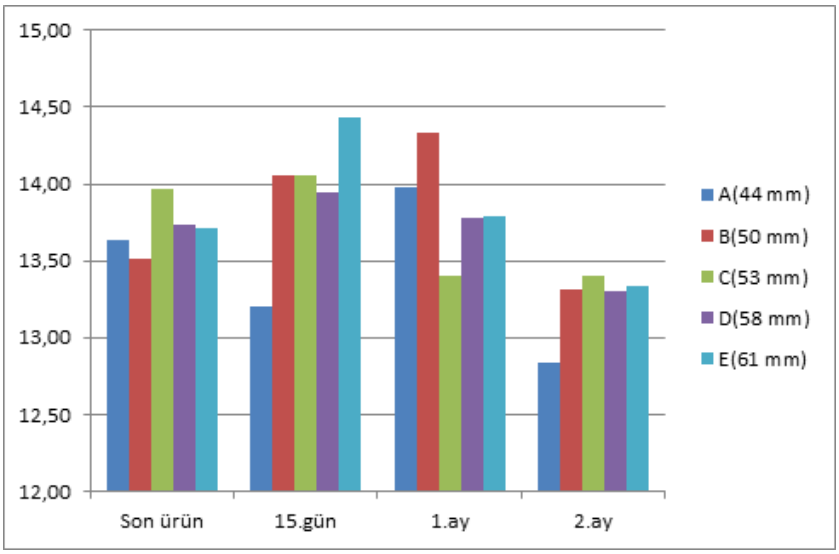
EK 6

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların L* (parlaklık) değerleri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi



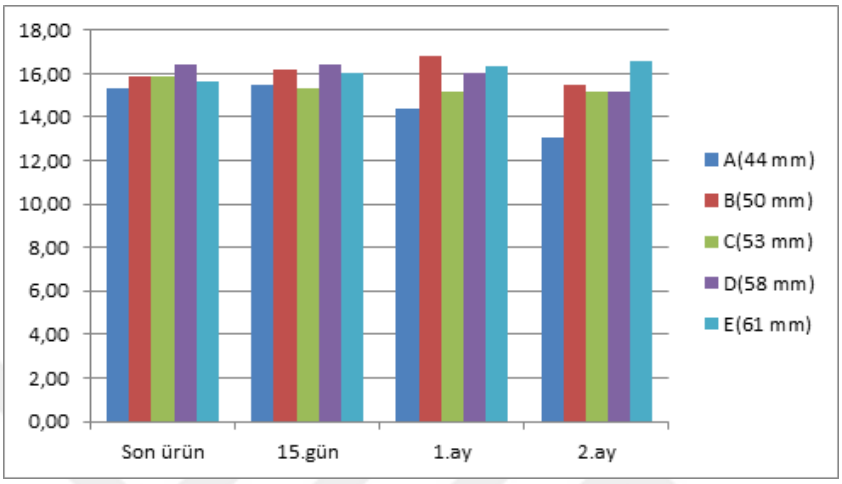
EK 7

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların a* (kırmızılık) değerleri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi



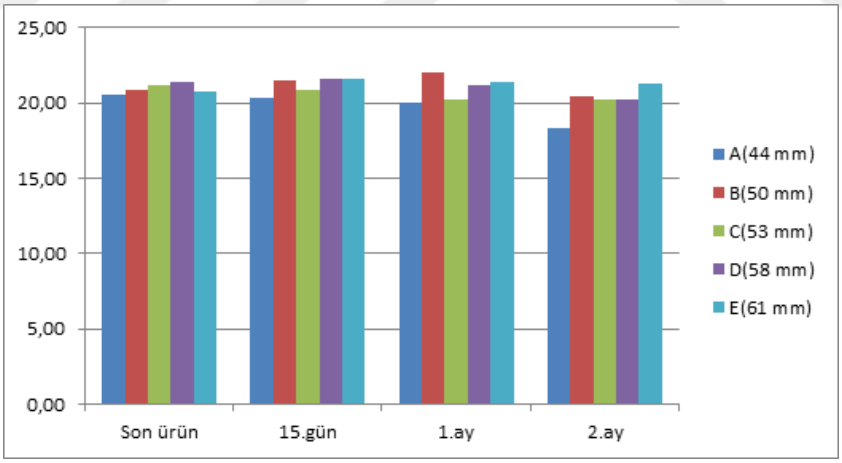
EK 8

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların b* (sarılık) değerleri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi



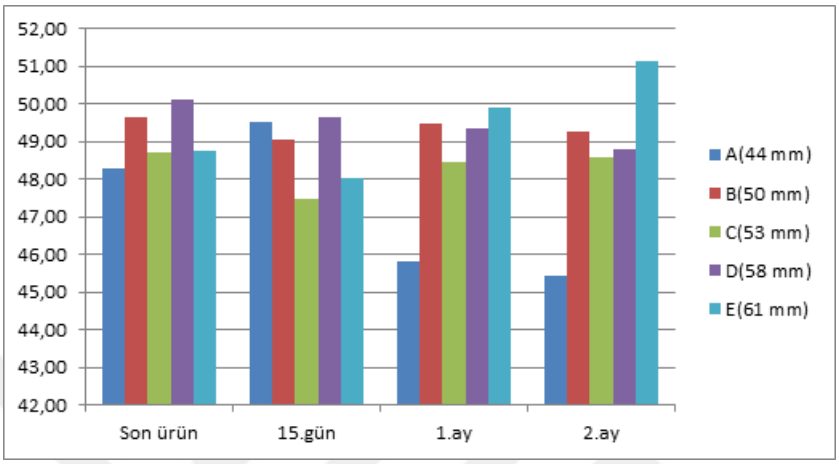
EK 9

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların Chroma değerleri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi



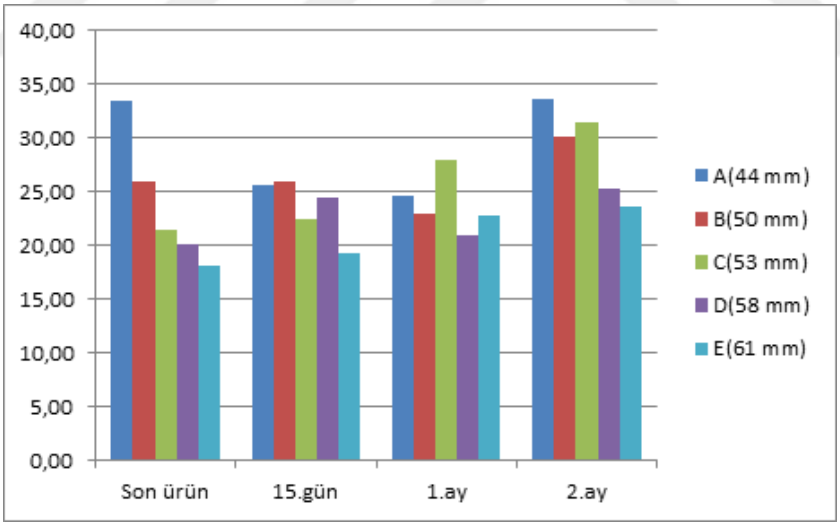
EK 10

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların Hue değerleri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi



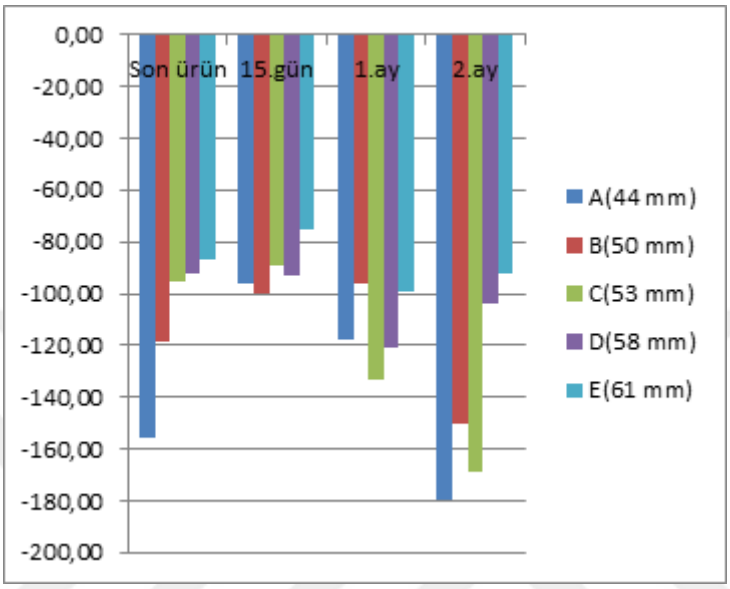
EK 11

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların sertlik (hardness) değeri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi



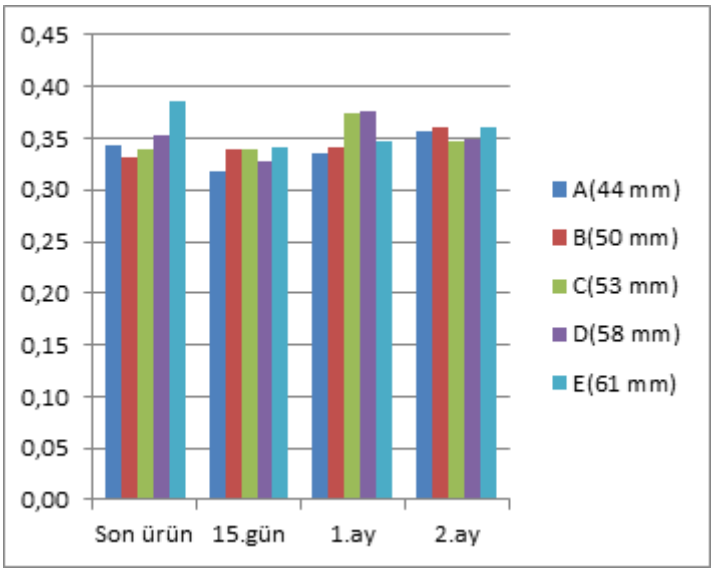
EK 12

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların tutunabilirlik (adhesiveness) değeri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi



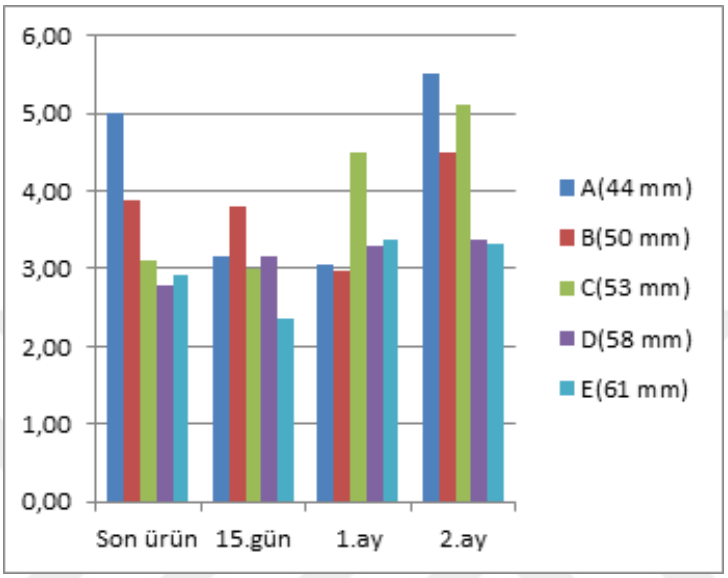
EK 13

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların iç yapışkanlık (cohesiveness) değeri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi



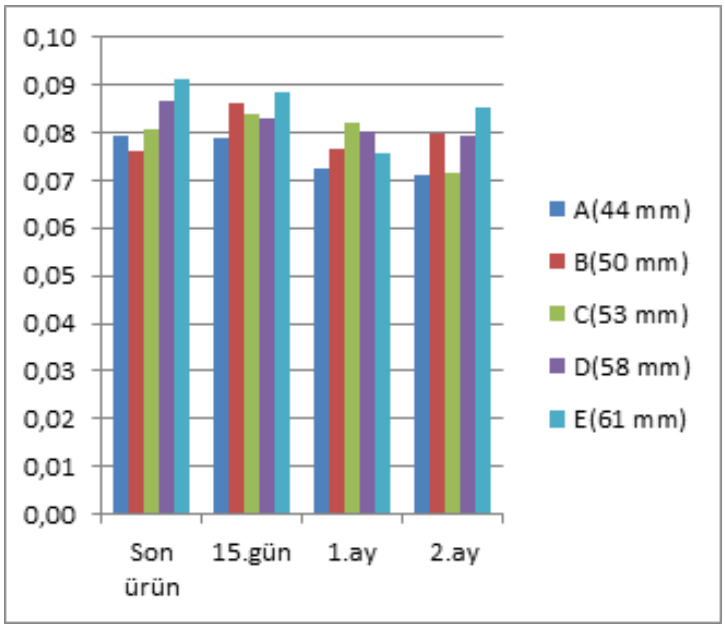
EK 14

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların çiğnenebilirlik (chewiness) değeri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi



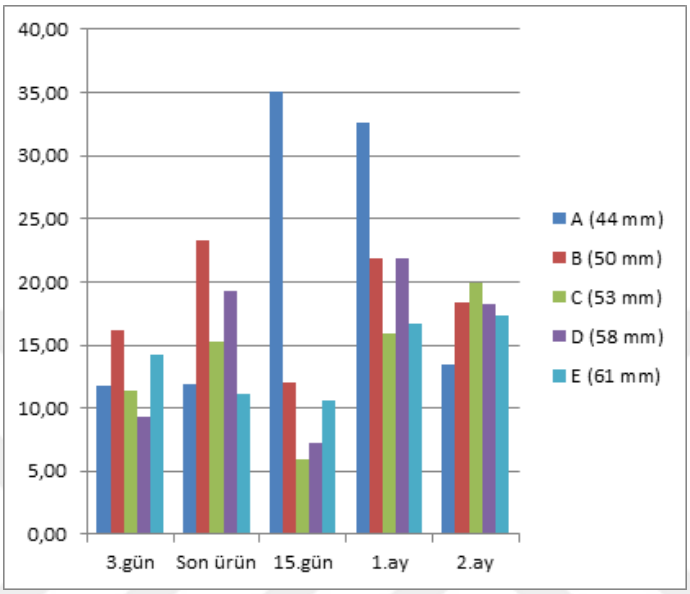
EK 15

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların esneklik (resilience) değeri üzerine son ürün ve depolama süresince etkisi



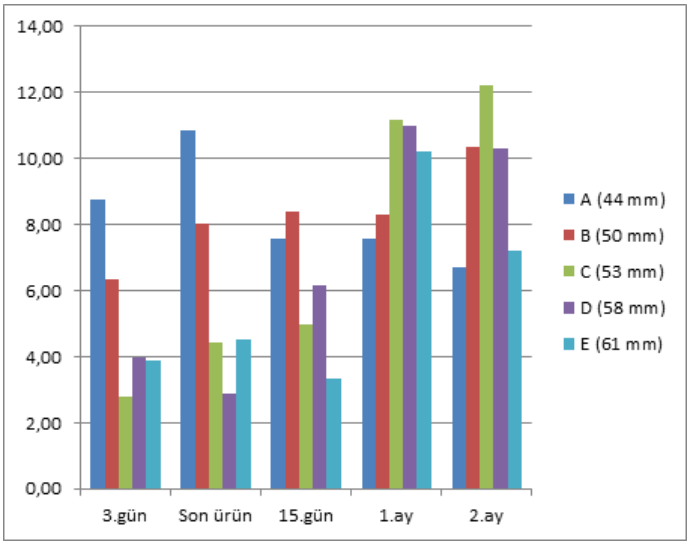
EK 16

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların triptamin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi



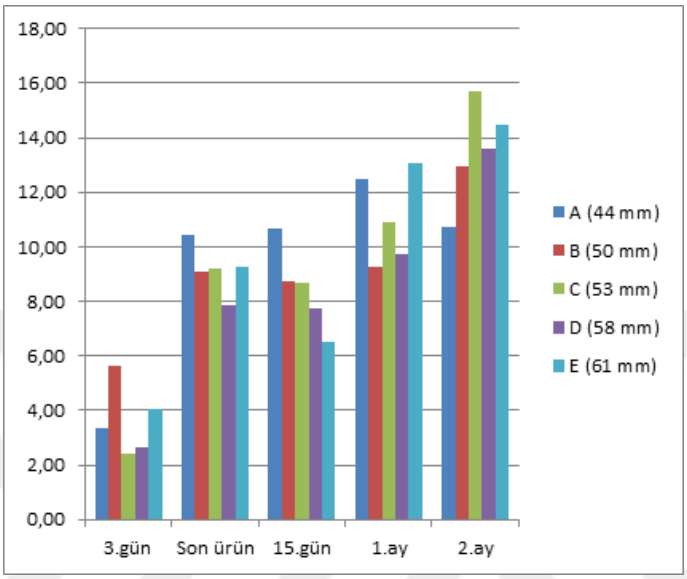
EK 17

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların 2-feniletilamin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi



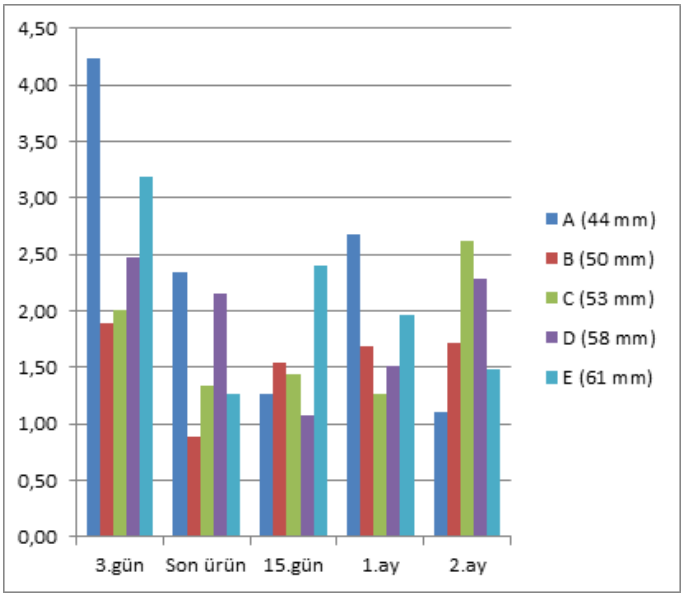
EK 18

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların putresin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi



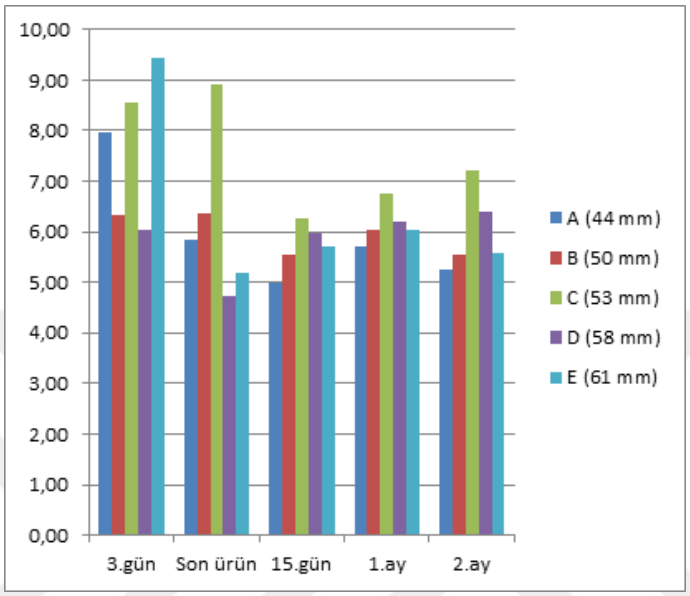
EK 19

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların kadaverin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi



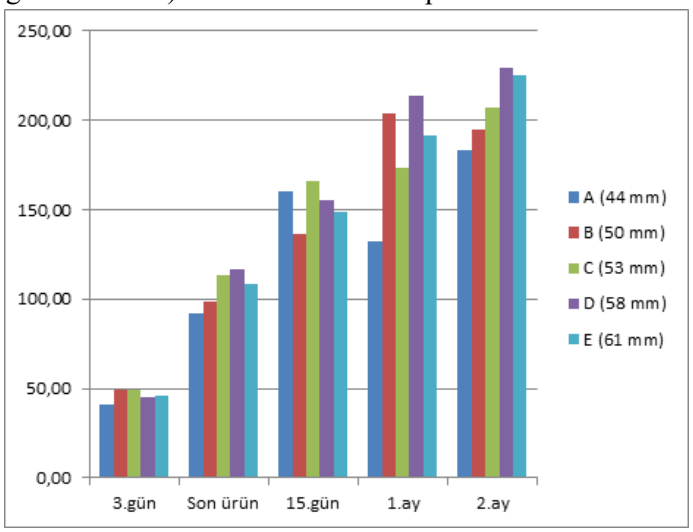
EK 20

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların histamin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi



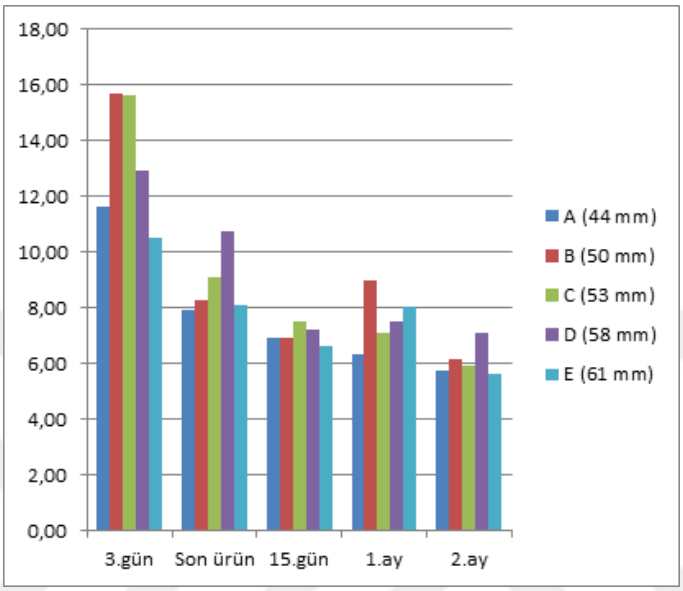
EK 21

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların tiramin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi



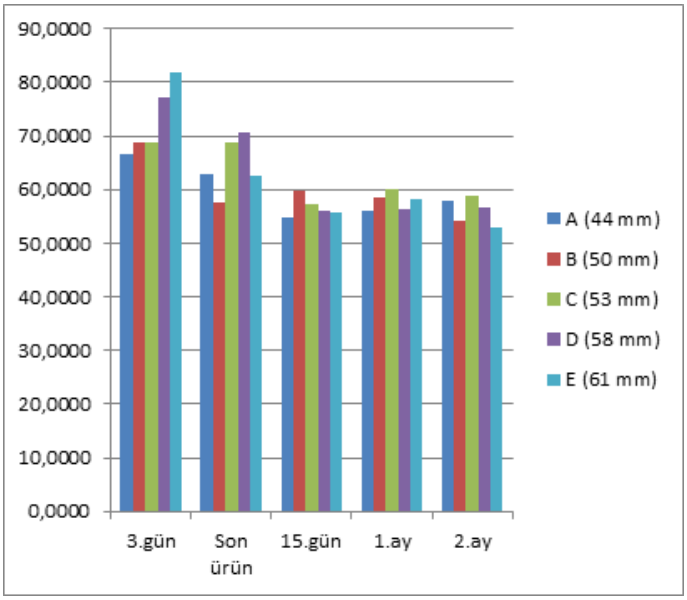
EK 22

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların spermidin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi



EK 23

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların spermin değeri (mg/kg kuru madde) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi



EK 24

Fermente sucuk üretiminde farklı kalibrede kılıf kullanımının sucukların TBARS değeri (mg malondialdehit/kg) üzerine üretim ve depolama süresince etkisi

