



**KUYRUK YAĞI KULLANIMININ
ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ SUCUĞUN
BAZI FİZİKOKİMYASAL, TEKSTÜREL VE
DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Pınar ANLAR

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Yrd. Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE
2017**

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KUYRUK YAĞI KULLANIMININ ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ
SUCUĞUN BAZI FİZİKOKİMYASAL, TEKSTÜREL VE
DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Pınar ANLAR

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2017**

Her hakkı saklıdır



T. C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

KUYRUK YAĞI KULLANIMININ ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ
SUCUĞUN BAZI FİZİKOKİMYASAL, TEKSTÜREL
VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Yrd. Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE danışmanlığında, Pınar ANLAR tarafından hazırlanan bu çalışma, 22/12/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği / oy çokluğu (3/0)** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Mükerrerem KAYA

İmza : 

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE

İmza : 

Üye : Yrd. Doç. Dr. Aybike KAMILOĞLU

İmza : 

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu **28/12/2017** tarih ve **51/12** nolu kararı ile onaylanmıştır.



Prof. Dr. Cavit KAZAZ
Enstitü Müdürü

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

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KUYRUK YAĞI KULLANIMININ ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ SUCUĞUN BAZI FİZİKOKİMYASAL, TEKSTÜREL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Pınar ANLAR

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE

Araştırmada, kuyruk yağı kullanımının ısıl işlem görmüş sucuğun bazı fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyuşsal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Farklı oranlarda et yağı/kuyruk yağı kombinasyonları (%100 et yağı, %50 et yağı+%50 kuyruk yağı, %100 kuyruk yağı) kullanılarak ısıl işlem görmüş sucuk üretimi yapılmış ve üretim basamaklarında (sucuk hamuru, fermentasyondan sonra, ısıl işlemden sonra ve kurutmadan sonra) alınan örnekler, pH, a_w , nem ve TBARS değerleri ile tekstürel özellikleri yönünden analiz edilmiştir. Son üründe ise renk değerleri (L^* , a^* ve b^*) belirlenmiş ve duyuşsal analiz gerçekleştirilmiştir. Et yağı/kuyruk yağı kombinasyonu pH, nem ve a_w değerleri üzerinde çok önemli ($P<0,01$) etki gösterirken, TBARS değeri üzerinde önemli bir etki göstermemiştir ($P>0,05$). Ayrıca et yağı/kuyruk yağı kombinasyonu tekstürel parametrelerden sertlik, sakızimsılık, çignenebilirlik üzerinde çok önemli ($P<0,01$), yapışkanlık üzerinde ise önemli seviyede ($P<0,05$) etkiye sahipken, esneklik, elastikiyet ve kohesivlik üzerinde önemli bir etki göstermemiştir ($P>0,05$). Buna karşın pH, a_w , nem, TBARS ve tekstürel parametreler üretim aşaması faktöründen çok önemli ($P<0,01$) seviyede etkilenmiştir. Et yağı/kuyruk yağı kombinasyonu \times üretim aşaması interaksyonu ise pH, a_w ve nem değerleri ile tekstürel parametrelerden sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, sakızimsılık ve çignenebilirlik üzerinde çok önemli seviyede ($P<0,01$) etki göstermiştir. Son üründe yapılan analizlerde et yağı/kuyruk yağı kombinasyonunun L^* , a^* ve b^* değerlerinde önemli bir farklılığa ($P>0,05$) neden olmadığı ancak duyuşsal özellikler üzerinde çok önemli seviyede ($P<0,01$) etkili olduğu belirlenmiştir.

2017, 69 sayfa

Anahtar Kelimeler: Isıl işlem, sucuk, tekstür, pH, a_w , TBARS

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECT OF USING SHEEP TAIL FAT ON SOME PHYSICOCHEMICAL, TEXTURAL AND SENSORY PROPERTIES OF HEAT TREATED SUCUK

Pınar ANLAR

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Asst.Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE

In this study, effect of using sheep tail fat (STF) on some physicochemical, textural and sensory properties of heat treated sucuk were investigated. Heat treated sucuk was produced with using different proportions of BIF/STF combination (100% BIF, 50% BIF+50% STF, 100% STF) and the values of pH, a_w , moisture content, TBARS and textural properties of the samples taken during the production stages (batter, after fermentation, after heat treatment, after drying) were determined. In the final product, colour values (L^* , a^* and b^*) were detected and sensory analysis was performed. BIF/STF combination had no significant effect on TBARS value ($P<0.05$), while it had a significant effect ($P<0.01$) on pH, moisture content and a_w values. Besides, the combination of BIF/STF had no significant effect on resilience, springiness and cohesiveness, while it had a significant effect ($P<0.05$) on adhesiveness and very significant effect ($P<0.01$) on hardness, gumminess and chewiness. However, pH, a_w , moisture content, TBARS and textural parameters were effected very significantly ($P<0.01$) from the production stage factor. The interaction of BIF/STF combination \times production stage had a very significant effect ($P<0.01$) on pH, a_w and moisture content values as well as hardness, adhesiveness, cohesiveness, gumminess and chewiness. It was determined with the analyses made on the final product that BIF/STF combination had no significant effect ($P>0.05$) on L^* , a^* and b^* values while it had a very significant effect ($P<0.01$) on sensory properties.

2017, 69 pages

Keywords: Heat treated, sucuk, texture, pH, a_w , TBARS

TEŞEKKÜR

Bu alıőmanın planlanmasında ve yürütülmesinde bilgi ve tecrübelerini aktaran, Danışman Hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE'ye teőekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca araştırma süresince bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Değerli Hocalarım Sayın Prof. Dr. Mükerrerem KAYA ve Sayın Prof. Dr. Güzin KABAN'a teőekkürlerimi sunarım.

Laboratuvarda birlikte çalıőtıėım arkadaşlarıma ve benden hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen aileme de çok teşekkür ediyorum.

Pınar ANLAR

Aralık, 2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL ve METOT	14
3.1. Materyal.....	14
3.2. Metot	14
3.2.1. Sucuk üretimi ve örneklerin alınması.....	14
3.2.2. Fiziksel ve kimyasal analizler	16
3.2.2.a. Nem değerinin belirlenmesi.....	16
3.2.2.b. pH değerinin belirlenmesi	16
3.2.2.c. TBARS (Tiyobarbutirik asit reaktif substans) değerinin belirlenmesi.....	16
3.2.2.d. Renk analizi	17
3.2.2.e. Su aktivitesi (a_w) değerinin belirlenmesi	17
3.2.3. Duyusal analiz	17
3.2.4. Tekstür profil analizi	18
3.2.5. İstatistikî analiz.....	19
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	20
4.1. Fiziksel ve Kimyasal Analizlere Ait Sonuçlar	20
4.1.1. pH.....	20
4.1.2. Nem	24
4.1.3. Su aktivitesi (a_w).....	26
4.1.4. TBARS	30
4.1.5. Renk değerleri	32
4.2. Duyusal Analiz Sonuçları.....	34

4.3. Tekstür Profil Analizi Sonuçları.....	37
4.3.1. Sertlik	37
4.3.2. Yapışkanlık.....	41
4.3.3. Elastikiyet.....	45
4.3.4. Kohesivlik	48
4.3.5. Sakızimsılık.....	51
4.3.6. Çiğnenebilirlik.....	55
4.3.7. Esneklik.....	59
5. SONUÇ.....	62
KAYNAKLAR	66
ÖZGEÇMİŞ	70

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

a_w	Su Aktivitesi
Dak	Dakika
g	Gram
kg	Kilogram
KO	Kareler Ortalaması
M	Molar
Mj	Milijoule
ml	Mililitre
Mm	Milimetre
N	Newton
nm	Nanometre
°C	Santigrat Derece
sn	Saniye

Kisaltmalar

TBARS	Tiyobarbütirik Asit Reaktif Madde
TBA	Tiyobarbütirik Asit
FFA	Serbest Yağ Asidi
TPA	Tekstür Profil Analizi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Isıl işlem görmüş sucukların pH değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi.....	23
Şekil 4.2. Isıl işlem görmüş sucukların nem değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi.....	26
Şekil 4.3. Isıl işlem görmüş sucukların a_w değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi	30
Şekil 4.4. Isıl işlem görmüş sucukların sertlik değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi.....	41
Şekil 4.5. Isıl işlem görmüş sucukların yapışkanlık değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi.....	45
Şekil 4.6. Isıl işlem görmüş sucukların kohesivlik değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi.....	51
Şekil 4.7. Isıl işlem görmüş sucukların sakızimsılık değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi.....	55
Şekil 4.8. Isıl işlem görmüş sucukların çiğnenebilirlik değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi	59

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Isıl işlem görmüş sucukların üretiminde kullanılan et yağı ve/veya kuyruk yağı oranları	15
Çizelge 3.2. Duyusal analiz panel formu	18
Çizelge 4.1. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen pH değerleri	20
Çizelge 4.2. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları	21
Çizelge 4.3. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş sucukların pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)	21
Çizelge 4.4. Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)	23
Çizelge 4.5. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen nem (%) değerleri	24
Çizelge 4.6. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları	25
Çizelge 4.7. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş sucukların nem değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)	25
Çizelge 4.8. Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen nem (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)	26
Çizelge 4.9. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen a_w değerleri.....	27

Çizelge 4.10. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçları	28
Çizelge 4.11. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$).....	28
Çizelge 4.12. Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)	29
Çizelge 4.13. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen TBARS değerleri ($\mu\text{molMDA/kg}$)	31
Çizelge 4.14. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları	31
Çizelge 4.15. Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)	32
Çizelge 4.16. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların olgunlaşma sonunda belirlenen L^* , a^* ve b^* değerleri	33
Çizelge 4.17. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların olgunlaşmanın sonunda belirlenen L^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları	34
Çizelge 4.18. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların olgunlaşmanın sonunda belirlenen a^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları	34
Çizelge 4.19. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların olgunlaşmanın sonunda belirlenen b^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları	34
Çizelge 4.20. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların duyuşal özelliklerine ait değerler	35

Çizelge 4.21. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucuklarda son üründe belirlenen duyu analiz puanlarına ait varyans analiz sonuçları	35
Çizelge 4.22. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucuklarda son üründe belirlenen duyu analiz değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)	36
Çizelge 4.23. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen sertlik değerleri (N)	38
Çizelge 4.24. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları	39
Çizelge 4.25. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların sertlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)	39
Çizelge 4.26. Isıtılmış sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen sertlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)	40
Çizelge 4.27. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen yapışkanlık değerleri (mj) ...	42
Çizelge 4.28. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen yapışkanlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları	43
Çizelge 4.29. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların yapışkanlık değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)	43
Çizelge 4.30. Isıtılmış sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen yapışkanlık değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$).....	44
Çizelge 4.31. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen elastikiyet değerleri (mm) ...	46

Çizelge 4.32. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen elastikiyet değerlerine ait varyans analiz sonuçları	47
Çizelge 4.33. Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen elastikiyet değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05).....	48
Çizelge 4.34. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen kohesivlik değerleri	48
Çizelge 4.35. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen kohesivlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları	49
Çizelge 4.36. Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen kohesivlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05).....	50
Çizelge 4.37. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen sakızimsılık değerleri	52
Çizelge 4.38. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen sakızimsılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları	53
Çizelge 4.39. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların sakızimsılık değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05).....	53
Çizelge 4.40. Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen sakızimsılık değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05).....	54
Çizelge 4.41. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen çiğnenebilirlik değerleri	56
Çizelge 4.42. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları	57

Çizelge 4.43. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)	57
Çizelge 4.44. Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)	58
Çizelge 4.45. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen esneklik değerleri	59
Çizelge 4.46. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen esneklik değerlerine ait varyans analiz sonuçları	61
Çizelge 4.47. Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen esneklik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)	61

1. GİRİŞ

Esansiyel besin elementleri bakımından zengin ve insanlığın vazgeçemediği bir gıda olan etin (Higgs 2000; Biesalski 2005; Gökalp vd 2012) raf ömrü herhangi bir muhafaza yöntemi uygulanmadığında oldukça kısadır. Etin hem raf ömrünü uzatmak hem de yeni ve daha farklı ürünler elde etmek amacıyla ısıl işlem, kurutma, fermentasyon ve ışınlama gibi yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden biri olan fermentasyon; eti daha uzun süre muhafaza etmek ve yeni bir ürün elde etmek amacıyla uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. Fermentasyon ile üründe biyokimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik değişiklikler meydana gelmekte tat, koku ve tekstür özellikleri gelişmektedir (Visessanguan *et al.* 2006; Ay 2015).

Fermente et ürünleri ihtiva ettikleri yüksek miktarda protein, yağ, karbonhidrat ile beraber çeşitli katkı maddelerini içermeleri ve belirli bir olgunlaşma süreci sonunda tüketilmeleri nedeniyle taze etten daha yüksek oranda besleyici değere sahiptir (Kaya 2017). Ülkemizde fermentasyon ve olgunlaştırma esasına dayanarak yaygın bir şekilde üretilen yegane fermente et ürünü sucuktur (Kaban and Kaya 2006; Kaban 2007; Kaban and Bayrak 2015).

Sucuk; kuterde veya kıyma makinesinde çekilen et ve yağın çeşitli baharat, şeker, tuz ve kütleme maddeleri ile karıştırılıp doğal veya yapay kılıflara doldurulması ve belirli bir sıcaklık ve nispi rutubette olgunlaştırılması ile üretilen fermente kuru bir et ürünü olarak tanımlanmaktadır (Kaban ve Kaya 2007; Kaban 2007). Fermente sucuk üretiminde başlangıç fermentasyon sıcaklığı 12-26°C arasında değişirken; üretim süresi uygulanan sıcaklığa bağlı olarak 6 ve 20 gün arasında değişiklik gösterebilmektedir (Kaban and Kaya 2009). Bununla birlikte 1980'li yıllarda özellikle ekonomik ve teknolojik sebeplerden dolayı ısıl işlem uygulaması üretim prosesine dahil edilmiştir ve bu tip ürünler 'Sucuk benzeri ürün' olarak adlandırılmıştır. 2012 yılında Türk Gıda Kodeksi Et Ürünleri Tebliği'nde yapılan değişikliklerle bu ürünler 'Isıl işlem görmüş sucuk' olarak adlandırılmıştır. Isıl işlem uygulamasının üretim prosesine dahil edilmesinin bir diğer sebebi ise 1970'lerden itibaren sucuk üretiminde kanatlı eti kullanılmaya başlanmasıdır

(Kaban and Bayrak 2015). Isıl işlem görmüş sucuk küçük işletmelerde birkaç gün içerisinde üretilip piyasaya sürülürken; büyük işletmelerde ise 2-3 günlük bir fermentasyon sonrasında ısıl işlem ve kurutma işlemleri uygulanmaktadır (Kaban 2007; Çakır 2010; Kaya ve Kaban 2016).

Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği'ne göre (Tebliğ No: 2012/74) fermente sucuk; büyükbaş ve küçükbaş hayvan etlerinin ve yağlarının kıyılarak lezzet vericiler ile karıştırıldıktan sonra doğal veya yapay kılıflara doldurularak belirli koşullarda fermentasyon ve kurutma işlemleri uygulanarak nem oranı %40 ve altına düşürülmüş, kesit yüzeyi mozaik görünümünde olan ısıl işlem uygulanmamış fermente et ürünüdür' şeklinde tanımlanmıştır. Aynı tebliğe göre fermente sucuğun diğer özellikleri: toplam et proteini değeri kütlece en az %16; kollajen miktarı toplam et proteinlerinin kütlece en fazla %20; nem miktarının toplam et proteini miktarına oranı 2,5'in altında; yağ miktarının toplam et proteini miktarına oranı 2,5'in altında ve pH değerinin ise en yüksek 5,4 olması gerekmektedir (Anonim 2012).

Aynı tebliğde (Tebliğ No: 2012/74) ısıl işlem görmüş sucuk ise; 'Büyükbaş ve/veya küçükbaş hayvan etlerinin ve yağlarının kıyılarak lezzet vericiler ile karıştırıldıktan sonra doğal veya yapay kılıflara doldurularak belirli koşullarda fermentasyon ve kurutma işlemleri uygulanarak nem oranı %50'nin altına düşürülmüş, kesit yüzeyi mozaik görünümünde olan ısıl işlem uygulanmış et ürünü' olarak tanımlanmaktadır. Bu tebliğe göre ısıl işlem görmüş sucuğun taşınması gereken diğer özellikler: toplam et proteini değeri kütlece en az %14; kollajen miktarı toplam et proteinlerinin kütlece en fazla %25; nem miktarının toplam et proteini miktarına oranı 3,6'nın altında; yağ miktarının toplam et proteini miktarına oranı 2,5'in altında ve pH değeri ise en yüksek 5,6 olmalıdır (Anonim 2012).

Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği'ne göre fermente sucukta en fazla %40 olması gereken nem değeri ısıl işlem görmüş sucukta en fazla %50'dir. Bu sebeple ısıl işlem görmüş sucuğun üretimden sonra ürün güvenliği için soğukta muhafazası elzemdir (Çakır 2010; Gökalp vd 2012). Fermente ve ısıl işlem görmüş sucuk arasındaki

diğer farklılık ise en yüksek pH değerleridir. Fermente sucukta pH değeri en yüksek 5,4 iken ısıtıl işlem görmüş sucukta 5,6'dır (Anonim 2012). Bu durum kısa süreli fermentasyondan kaynaklanmaktadır (Yılmaz 2016). Olgunlaşma sırasında pH'nın yaklaşık 5,3'e düşmesi ile et proteinlerinin su tutma kapasitesi azalmakta ve böylece ürün kuruyarak daha sıkı bir yapıya sahip olmaktadır (Kaban 2007). Diğer bir farklılık ise ısıtıl işlem görmüş sucuğun üretim prosesinin çok kısa olması ve bunun da üreticiye büyük oranda avantaj sağlamasıdır. Kısa sürede ürün elde edildiği için ısıtıl işlem görmüş sucukta düşük maliyet ile yüksek kar elde edilebilmektedir (Kaban and Kaya 2009; Çakır 2010).

Sucuk üretiminde genellikle koyun ve/veya sığır eti ve yağ olarak da çoğunlukla sığır et yağları ve koyun kuyruk yağı kullanılmaktadır (Vural 2003; Soyer *et al.* 2005; Kılıç 2009; Kaban 2013; Yalınkılıç *et al.* 2016). Sucuk üretiminde, etten sonra hem miktar olarak hem de ürünün fiziko-kimyasal özellikleri üzerindeki önemli etkileri nedeniyle en önemli bileşen yağdır (Vural 2003; Yalınkılıç *et al.* 2016). Reçeteye bağlı olmakla birlikte ısıtıl işlem görmüş sucuk üretiminde genellikle %20-25 oranında yağ kullanılmakta ve üretim prosesi boyunca meydana gelen nem kaybı nedeniyle son üründe yağ oranı daha yüksek seviyelere ulaşabilmektedir (Ercoşkun 2014).

Yağ insan vücudu için gerekli olan temel besin maddelerinden biri olup yağda eriyen vitaminlerin vücuda alınabilmesi açısından büyük önem arz etmektedir (Baysal 2013). Ayrıca yetişkin bir kişinin yılda tükettiği yağ miktarının 17 kg'ın altına düşmesi beslenme bozukluklarına sebep olabilmektedir (Ünsal 1991; Baysal 2013). Yağ gıdaların lezzet, tekstür ve görünümünde kritik ve doğrudan rol oynamakta ayrıca aroma oluşumunda da etkili olabilmektedir. Et ürünlerinde ise bunlara ek olarak emülsiyon kapasitesi ve su tutma kapasitesini de büyük oranda etkilemektedir (Crehan *et al.* 2000; Andres *et al.* 2006; Yıldız-Turp and Serdaroğlu 2008; Luo and Xu 2011; Lee and Chin 2016). Sucuk üretiminde yağ olarak koyun ve/veya sığır eti ile sığır et yağı ve koyun kuyruk yağı kullanılabilmesine rağmen iç ve çözü yağları kullanılmamaktadır (Gökalp vd 2012).

Sığır/koyun et yağları hayvanların vücut yağlarından elde edilmekte ve bu yağlar tam doymuş trigliseridleri önemli oranda içermektedir. Ayrıca bu trigliseridler orta derecedeki doymamışlıkları ile karakterize olmuş önemli yemeklik yağlar arasındadır. Kuyruk yağı ise hem et ürünlerinin üretiminde hem de yemeklik yağ olarak kullanılabilen önemli yağ kaynaklarından. En önemli ayırt edici özelliği diğer hayvansal yağlara göre daha ekonomik olmasıdır ki bu da daha yüksek oranda tercih edilmesine sebep olmaktadır. Ayrıca ülkemizde özellikle kuyruklu koyun yetiştiriciliğinin yüksek olması nedeniyle de önem taşımaktadır. Genel itibarıyla kuyruk yağının doymamış ve çoklu doymamış yağ asidi seviyesinin yüksek olması da beslenme açısından önemini artırmaktadır. Diğer taraftan kendine özgü tat ve aroması ile de ürün kalitesi üzerinde önemli etkiye sahip olmakta ve erime noktasının (sığır et yağının erime noktası 41,5°C; koyun et yağının erime noktası 40,5°C) et yağının erime noktasına yakın bir seviyede olması yönüyle de olumlu bir özellik göstermektedir (Ünsal 1991; Nas vd 2001; Aksu 2009).

Yağ, et ürünlerinde lezzet, tekstür ve aroma oluşumunu olumlu yönde etkilemesine rağmen fazla yağ tüketiminin tüketici sağlığını olumsuz yönde etkilemesi nedeniyle üründe kullanılan yağ oranı azaltılmaya ve/veya yağ yerine çeşitli ikame maddelerinin kullanımı araştırılmaktadır. Et ürünlerinde kullanılan yağ ikame maddeleri protein ve karbonhidrat bazlı bileşikler ve şeker-yag asidi poliesterleri gibi sentetik maddelerdir. Fakat üründe yağ oranını azaltmak ve farklı maddeler ilave etmek teknolojik ve duyuşal problemlere sebep olduğu için yapılan çalışmalarda büyük oranda olumsuz sonuçlar alınmaktadır (Luo and Xu 2011; Corral *et al.* 2014; Yalınkılıç *et al.* 2016). Diğer taraftan üretim esnasında yağsız etlerin kullanımı üretim maliyetini artırmasının yanı sıra daha kuru ve daha az lezzetli ürünlerin üretilmesine de neden olmaktadır (Crehan *et al.* 2000; Şişik *et al.* 2012).

Yağın lezzet üzerindeki etkisinin yanı sıra üründe etkilediği en önemli özelliklerden birisi tekstürdür. Gıdanın tekstürel özellikleri ise tüketici için oldukça önemlidir (Herrero *et al.* 2007). Tekstür gıdaların yapısal, mekanik ve yüzey özelliklerinin görme,

işitme, dokunma ve kinestetik yol ile belirlendiği bir kalite kriteri olarak tanımlanmaktadır (Ertaş ve Doğruer 2010).

Gıdaların tekstürel özellikleri üç grupta incelenmektedir (Dilber 2012);

- 1) Mekanik özellikler (sertlik, yapışkanlık, viskozite, elastiklik, kohesivlik)
- 2) Geometrik özellikler (boyut, şekil)
- 3) Gıdanın bileşimi ile ilgili özellikler (yağ, nem içeriği gibi)

Bazı tekstürel özellikler görsel olarak değerlendirilmesine rağmen asıl değerlendirme işlemi ağızda gerçekleşmektedir (Ertaş ve Doğruer 2010). Tekstür duyuşsal bir özellik olmasının yanında tekstür ölçümü için daha objektif metotlar da kullanılmaktadır (Ertaş ve Doğruer 2010; Dilber 2012; Gökalp vd 2012). Bu metotlardan son zamanlarda en çok kullanılanı Tekstür Profil Analizi (TPA) olarak adlandırılan yöntemdir. Bu yöntem maddenin çiğneme işlemi boyunca maruz kalacağı koşulları taklit etmektedir (Herrero *et al.* 2007). TPA ile ürünün, bazı tekstür (sertlik, kohesivlik, sakızimsılık, elastikiyet, çiğnenebilirlik, yapışkanlık ve esneklik) kriterleri belirlenmektedir. Et tekstürünün değerlendirilmesinde de bu parametrelerden faydalanılmaktadır (Dilber 2012).

Sucuğun dilimlenebilir bir kıvama ve tekstüre sahip olması istenmektedir. Sucuğun olgunlaşması sırasında kıvamı sürekli olarak artış göstermekte ve bu artış hızı kullanılan formülasyon, ortam şartları ve pH'ya bağlı olmaktadır. Bu nedenle yanlış fermentasyon uygulaması, yüksek pH değeri, yüksek yağ ve nem miktarı, hammadde kalitesinin düşüklüğü gibi nedenler sucukta tekstür gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Toptancı 2007; Gökalp vd 2012; Dilber 2012).

Sucuk tekstürünün oluşmasında miyofibriller proteinlerdeki değişiklikler önem taşımaktadır. Olgunlaştırma sırasında mikrobiyal faaliyetlere bağlı olarak asitlik artmakta ve bu proteinler izoelektrik noktaya (pH=5,2-5,3) kadar düşebilmektedir. Bu da protein degradasyonuna neden olmaktadır. Bu esnada sucukların su aktivitesi

değerleri önemli ölçüde düşmekte, ürün tekstürü gelişmekte ve sucuk kesilebilir hale gelmektedir (Gök 2006; Dilber 2011; Gökalp vd 2012).

Olumlu özellikleri ve yaygın kullanım oranına rağmen kuyruk yağı ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Isıl işlem görmüş sucukta kuyruk yağı kullanımının etkilerini konu alan yalnızca bir çalışma bulunmakta olup bu çalışmada ürünün yağ asidi kompozisyonu ve bazı fiziko-kimyasal özelliklerine yöneliktir (Aydın 2017).

Mevcut bu çalışmada ise farklı oranlarda et yağı/ kuyruk yağı kullanılarak (%100/0, 50/50 ve 0/100) ısıl işlem görmüş sucuk üretimi gerçekleştirilmiş ve ürünün fiziko-kimyasal ve tekstürel özellikleri üretim aşamaları boyunca belirlenmiş, son üründe ise bu özelliklere ek olarak renk değerleri ve duyu özellikler belirlenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Kuyruk yağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine farklı ambalajlama ve farklı depolama sıcaklıklarının etkisini inceleyen Ünsal (1991) 8°C'de file torbalarda muhafaza edilen örneklerin 10 gün sonra küflenmeye başladığını, vakum uygulanarak ambalajlanan örneklerde küflenme olmadığını ancak duyuşal olarak bozulmanın olduğunu rapor etmiştir. Araştırmada ayrıca depolama süresinin incelenen özellikler üzerinde çok önemli etkiye sahip olduğu, ambalajlama yönteminin TBA sayısı üzerinde önemli; sabunlaşma sayısı, serbest yağ asidi ve peroksit sayısı üzerinde çok önemli etki gösterdiği, kuyruk yağının -18°C'de file torbalarda en fazla 30 gün, aynı sıcaklıkta vakum ambalajda ise en fazla 45 gün muhafaza edilebileceği de belirtilmiştir.

Muguerza *et al.* (2001) tarafından yapılan bir araştırmada geleneksel bir İspanyol sosisi olan Chorizo de Pamplona üretiminde domuz yağı yerine zeytinyağı ve soya protein ile hazırlanan ön emülsiyonun ürünün yağ fraksiyonu ve duyuşal kalite özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Altı farklı grup oluşturulmuş ve %0, 10, 15, 20, 25, 30 oranlarında domuz yağı yerine ön emülsiyon kullanılmıştır. Ön emülsiyon hazırlamada soya protein izolatının %20-30 oranında eklenmesi, fermente sosisin protein içeriğinin kontrol grubundan daha yüksek olmasına sebep olmuştur. %15-30 seviyelerinde oleik asit miktarı artarken; %10-25 oranında ise linoleik asit miktarı artmıştır. Ürünün kolesterol içeriğine bakıldığında yağ oranındaki %20-25 yer değişimi ile yaklaşık %12-13 oranında azalma olurken %30 oranında yağ değişiminde %22'ye kadar bir azalma olmuştur. Duyusal değerlendirme açısından en iyi kabul edilebilirliği %10-25 oranında değişim olan grup almıştır. Tekstür ve renk açısından ürün değerlendirildiğinde ise ürünün ticari ürünlerle karşılaştırılabilir olduğuna karar verilmiştir. Son olarak domuz yağı yerine %25'e kadar ön emülsiyon haline getirilmiş zeytinyağı kullanılabilir olduğuna karar verilmiştir.

Vural (2003) tarafından yapılan bir çalışmada et yağı ve kuyruk yağı yerine farklı oranlarda interesterifiye palm ve pamuk yağı kullanılarak üretilen sucukların bazı fiziko-kimyasal ve duyuşal özellikleri ile yağ asidi kompozisyonu belirlenmiştir.

Doymuş yağ asidi oranının doymamış yağ asidine oranı önemli seviyede azalırken; çoklu doymuş yağ asidi oranının doymuş yağ asidine oranı önemli derecede artış göstermiştir. Duyusal özellikler açısından en yüksek değerlendirme puanları kontrol grubu (%10 et yağı+%6,1 kuyruk yağı) için elde edilmiş olmasına rağmen, üretiminde bitkisel yağların kullanıldığı gruplar için de kabul edilebilir puanların elde edildiği bildirilmiştir.

Soyer (2005) tarafından yapılan bir çalışmada yağ seviyesi ve olgunlaşma sıcaklığının sucuğun biyokimyasal ve duyusal özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Üç farklı yağ seviyesi (%10, 20 ve 30) ve iki farklı olgunlaşma sıcaklığı (20-22,24-26°C) kullanılmıştır. Toplam asitlik, TBA ve serbest yağ asidi (FFA) değerlerinin yağ seviyesi ve olgunlaşma koşullarından etkilendiği tespit edilmiştir. Sıcaklığın ve yağ içeriğinin daha yüksek olması ile daha yüksek FFA ve TBA değerleri elde edilmiştir. Ayrıca yüksek yağ seviyesi ve sıcaklık ransit tadı ve genel kabul edilebilirliği olumsuz şekilde etkilemiştir. En iyi kalite özelliklerini ise %20 yağ içeriği ve 24-26°C olgunlaşma sıcaklığında üretilen ürün göstermiştir.

Gonzalez- Fernandez *et al.* (2006) kuru kür edilmiş İspanyol sosisi olan Chorizo'nun üretiminde şeker oranı (%0,1, %0,5 ve %1) ve starter kültürün (*Lactobacillus sakei* K29, *Pediococcus sp.* P22 ve *Pediococcus sp.* P208) ürünün enstrümantal, duyusal ve tekstürel özellikleri üzerine etkilerini incelemiştir. Starter kültür ve glukoz seviyesi pH değerini önemli derecede etkilemiştir. Tekstür profil analizine göre %0,1 şeker içeren grup hariç sertlik ve çiğnenebilirlik starter kültürü ve starter kültürsüz önemli derecede farklılık göstermiştir. Tekstürel parametrelerde en yüksek değerler %0,5 ve %1 şeker içeren gruplarda gözlemlenmiştir. Duyusal değerlendirmede ise ürünlerde farklılık görülmüş ve enstrümantal tekstür özellikleri ile duyusal özellikler arasında da önemli ilişkiler belirlenmiştir. Bunlara ilaveten *L. sakei* K29 kullanılarak da tekstürel parametrelerde artış sağlanabileceğine karar verilmiştir.

Herrero *et al.* (2007) tarafından bazı kuru fermente sosislerin (chorizo, salchichon, salami, fuet ve mini-fuet) gerilme direnci ve bunun tekstür profil analizi ile ilişkisi

incelenmiş ve ayrıca örneklerin bazı fiziko-kimyasal özellikleri (pH, a_w , kurumadde, yağ içeriği) belirlenmiştir. Çoklu analiz doğrulamasına göre gerilme direnci ve tekstür profil analizinin önemli derecede ilişkili olduğu TPA parametrelerinin gerilme direncini belirlemek için kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Toptancı (2007) tarafından yapılan bir çalışmada farklı ısıl işlem normlarının (60°C'de 15 dak, 65°C'de 10 dak ve 70°C'de 1 sn) sucuğun bazı fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyuşsal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Yapılan analizler neticesinde ısıl işlemin kalıntı nitrit, nitrozomyoglobin ve toplam pigment miktarlarını düşürdüğü, nitrozopigmente dönüşüm oranını artırdığı, L^* ve a^* değerlerinin ise ısıl işlem uygulamalarından az da olsa etkilendiği belirlenmiştir. Ayrıca ısıl işlemin stabil bir yapı ve tekstür gelişimine katkıda bulunduğı ve istenen renk oluşumunu sağladığı tespit edilmiştir.

Sucuk üretiminde et yağı yerine farklı oranlarda (%15, 30 ve 50) fındık yağı kullanan Yıldız-Turp and Serdaroğlu (2008) fındık yağı kullanımının sucuğun bazı kalite özellikleri ile duyuşsal özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Fındık yağı kullanım oranı arttıkça daha yumuşak bir tekstür ve daha yüksek nem içeriği gözlenmiş ve buna ilaveten 12 günlük olgunlaştırma süresi sonunda bütün örnekler için TBA değerlerinin kabul edilebilir seviyede olduğu belirlenmiştir. Duyusal analizde ise fındık yağı kullanılan gruplarda görünüş, tat ve tekstür için daha düşük değerlendirme puanları elde edilirken genel kabul edilebilirlik açısından örnekler arasında herhangi bir farklılık bulunamamıştır.

Yavaş fermente sosis üretiminde yağ içeriğinin (%10, 20, 30) ve olgunlaşma süresinin (42 gün, 63 gün) ürünün bazı fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyuşsal özellikleri üzerine etkilerini inceleyen Olivares *et al.* (2010), düşük yağlı kuru fermente sosisleri kontrollü olgunlaşma koşulları ve yavaş bir fermentasyon prosesi kullanarak üretmişlerdir. Üründeki yağ miktarının azalması ürünün dış görünüşünü etkilememiş olsa da daha az yağ içeriği ile daha açık bir fermente sosis rengi elde edilmiştir. Tekstür değerlerinde 42 günlük olgunlaşma sonunda kohesivlik ve çığnenebilirlik değerlerinin; 63 günlük

olgunlaşma sonunda ise sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinin önemli seviyede kullanılan yağ oranlarından etkilendiği belirlenmiştir. Duyusal kabul edilebilirlik açısından tüketiciler arasında farklılık oluşmuş ve bir grup tüketici yüksek ve orta yağ içeriği ile yüksek olgunlaşma süresine sahip sosisleri tercih ederken diğer grup tüketici ise yağ içeriğine bakmaksızın yavaş olgunlaşma süresini tercih etmiştir.

Santos *et al.* (2012) pişirilmiş fermente sosis üretiminde domuz sırt yağında %50 oranında bir azalma sağlamak için üretimde farklı oranlarda (%0, 3, 6, 9) fruktooligosakkarit kullanmışlardır. Üretim boyunca ürünün fiziko-kimyasal (pH, su aktivitesi, ağırlık kaybı, nem, protein, yağ, kül, renk ve tekstür analizleri) ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. Depolama sırasında ise üründe duyusal analizler ile lipit oksidasyon stabilitesi ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Domuz yağındaki %50 azalma pişirilmiş fermente sosislerin teknolojik ve duyusal kalitesinin azalmasına neden olmuştur. %3, 6 ve 9 oranında fruktooligosakkaritlerin kullanımı ile ürünün prebiyotik lif seviyesi zenginleşmiş ve yağın azalması ile ortaya çıkan teknolojik ve duyusal kusurların azalmasına sebep olmuştur. Yapılan tekstür analizlerinde kontrol grubu ile fruktooligosakkarit eklenen gruplar arasında önemli derecede bir farklılık bulunamamıştır. Fakat fruktooligosakkaritin hiç eklenmediği grup ile yağın %50 oranında azaltıldığı grupta daha düşük tekstür değerleri elde edilmiştir.

Lorenzo *et al.* (2012) tarafından yapılan çalışmada kuru kür edilmiş fermente bir sosis olan Salchichon, at eti kullanılarak üretilmiş ve olgunlaşma süresi boyunca (0, 7, 14, 21, 28, 35, 42 ve 49. gün) fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Olgunlaşma süresinin ilerlemesi L*, a* ve b* değerlerini etkilemiştir. Yine olgunlaşma süresinin ilerlemesi ile sertlik, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerleri artarken kohesivlik ve elastikiyet değerleri azalmıştır. Son ürünün a_w değeri 0,82 iken pH değeri başlangıç pH değeri ile ortalama olarak aynı seviyede kalmıştır. TBARS değeri proses süresince önemli oranda artış göstermiştir. Bununla birlikte laktik asit bakteri sayısı yavaş bir şekilde artarken Micrococcaceae sayısında ise hızlı bir şekilde artış olmuştur.

Ercoşkun (2014) tarafından fermente sucuk üretiminde et yağı yerine farklı oranlarda kaşar peyniri kullanılan bir çalışmada ürünün kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Çalışmanın sonucuna göre yağın yerine kaşar peyniri ilavesi ile ürünün yağ içeriğı azalırken protein içeriğı artmıştır. Aynı zamanda doymuş yağ asidi içeriğı azalırken doymamış, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asidi miktarı peynir miktarının artması ile birlikte azalmıştır. Duyusal analizde ise en yüksek puanı et yağının yerine %10 kaşar peyniri ilave edilen grup almıştır.

Ekici *et al.* (2015) tarafından yapılan çalışmada geleneksel kuru fermente Türk sucuğuna farklı oranlarda (0,5, 1 ve 2 g/100g) siyah havuç ilave edilmiş ve ayrıca sodyum nitrit varlığında/yokluğunda ürünün fiziko-kimyasal, tekstürel, aroma, biyoaktif ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Çalışmanın sonucuna göre en yüksek fenolik madde içeriğı 2g/100g siyah havuç konsantresi ilave edildiğinde ve nitrit kullanılmadığında tespit edilmiştir. Örneklerin antiradikal aktiviteleri siyah havuç konsantresinin eklenmesinden önemli ölçüde etkilenmiştir. Siyah havuç konsantresinin eklenmesi sertlik değerlerini etkilemezken yapışkanlık değerlerini geliştirmiş, esneklik değerlerinin ise azalmasına sebep olmuştur. Havuç eklenen grupların pH değerleri kontrol gruplarına göre daha düşük çıkmıştır. Ayrıca siyah havuç örneklerde maya ve küf sayısının azalmasına neden olmuştur. Son olarak tüm sucuk gruplarının duyuşal özellikler açısından kabul edilebilir olduğu kanaatine varılmıştır.

Kaban and Bayrak (2015) tarafından yapılan bir çalışmada ise farklı oranlarda hindi eti kullanılarak ısıl işlem görmüş sucuk (iç sıcaklık 72°C) üretilmiştir. Çalışmada pH'nın ısıl işlem uygulaması ve hindi eti kullanım düzeyine bağılı olarak artış gösterdiği, uçucu bileşikler içerisinde terpenlerin önemli bir paya sahip olduğu ve ayrıca ısıl işlem görmüş sucuk üretiminde %20 oranında hindi eti kullanılabileceğı tespit edilmiştir.

Ekzopolisakkarit üreten suşların (kontrol grubu, suş 1, EPS⁺ *Lactobacillus plantarum* 162 R; suş 2, EPS⁺ *Leuconostoc mesenteroides* N6; karışık grup, suş 1 ve suş 2 karışımı) ve fermentasyon koşullarının (fermentasyon sıcaklığı 14, 16 ve 18°C; süre 8, 12 ve 16 gün) fermente sucuğun fiziko-kimyasal, tekstürel, mikrobiyolojik özellikleri

üzerine etkilerini inceleyen Dertli *et al.* (2016) örneklerin özelliklerini yanıt yüzey metodolojisi ile değerlendirmişlerdir. EPS üretiminin bu özellikleri önemli ölçüde, fermentasyon koşullarının sucuğun fiziko-kimyasal özelliklerini baskın olarak etkilediği görülmüştür. Benzer şekilde olgunlaşma sıcaklığının da belirleyici bir faktör olduğu tespit edilmiştir. EPS üreten suşların örneklerin tekstürel özelliklerini geliştirerek daha sert ve daha az yapışkan olmalarını sağladığı rapor edilmiştir.

Yalınkılıç *et al.* (2016) fermente sucuk üretiminde yağ miktarını azaltmak amacıyla farklı oranlarda portakal lifi (%0, 2 ve 4) ve koyun kuyruk yağı (%10, 15 ve 20) kullandıkları araştırmalarından ürünün sertlik, çiğnenebilirlik, sakızimsılık ve esneklik parametrelerinin bu faktörlerden önemli derecede etkilendiğini belirlemişlerdir. Yağ kullanımının sertlik üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisi belirlenmemişken en yüksek sertlik değerinin ise %4 portakal lifi kullanımı ile oluştuğu gözlenmiştir. Kohesivlik yağ seviyesinden etkilenmezken; yapışkanlık, elastikiyet, çiğnenebilirlik, sakızimsılık ve esneklik yağ seviyesinden etkilenen tekstür parametreleridir. Bununla birlikte olgunlaştırma süresinin bütün tekstürel parametreler üzerinde en önemli faktör olduğu belirlenmiştir. Olgunlaştırma sırasında örneklerin sertlik, yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinde sürekli bir artış gözlenmiş ve en yüksek artış sertlik değerinde belirlenmiştir.

Lactobacillus sakei S15 ve *Staphylococcus xylosum* GM92 kullanılarak üretilen üç farklı ısıl işlem görmüş sucuk grubunda (kontrol, *L. sakei* S15 ve *L. sakei* S15+S.*xylosum* GM92) üretim aşamalarında örneklerin uçucu bileşik profili ile mikrobiyolojik ve fiziko-kimyasal özelliklerini inceleyen Yılmaz (2016), yapılan analizler sonucunda starter kültür kullanımının nem, pH, laktik asit bakterisi, *Micrococcus/Staphylococcus*, TBARS ve L* değerleri üzerinde çok önemli (P<0,01) olduğunu tespit etmiştir. Üretim aşamalarının yine nem, pH, laktik asit bakterisi, *Micrococcus/Staphylococcus*, TBARS ve L* değerleri üzerinde çok önemli (P<0,01) , a* ve b* değerleri üzerinde P<0,05 düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Aydın (2017), yaptığı çalışmada et yağı/kuyruk yağı kombinasyonlarının ısı işlem görmüş sucuğun mikrobiyolojik, fiziko-kimyasal ve duyuşsal özellikleri ile yağ asidi kompozisyonuna etkilerini belirlemiştir. Et yağı/kuyruk yağı kombinasyonu pH değeri ile laktik asit bakteri ve *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı üzerinde önemli bir etki göstermezken ($P>0,05$), a_w değeri üzerinde $P<0,05$ seviyesinde ve TBARS değeri üzerinde $P<0,01$ seviyesinde etkili olmuştur. Buna karşın üretim aşaması faktörü, pH, a_w ve TBARS değerleri ile laktik asit bakteri ve *Micrococcus/Staphylococcus* sayısını çok önemli ($P<0,01$) derecede etkilemiştir. Et yağı/kuyruk yağı kombinasyonu \times üretim aşaması interaksyonu, a_w değeri üzerinde çok önemli ($P<0,01$) etki göstermiş fakat pH ve TBARS değeri üzerinde önemli ($P>0,05$) etki göstermemiştir. İncelenen duyuşsal parametreler açısından gruplar arasında istatistikî farklılıklar belirlenmemiştir ($P>0,05$). Diğer taraftan et yağı/kuyruk yağı kullanımı örneklerin yağ asidi kompozisyonu üzerinde etkili olmuş ($P<0,05$ veya $P<0,01$) ve genellikle kuyruk yağı miktarına bağı olarak doymamış yağ asidi içeriğinde artış belirlenmiştir ($P<0,05$).

Kılıç and Özer (2017) fermente sucuk üretiminde et yağının yerine enzimatik interesterifiye hurma çekirdeği yağı kullanarak örneklerin fiziko-kimyasal ve tekstürel özelliklerini incelemiştir. Araştırmada kısmi (%25, 50 ve 75) ve tam (%100) oranda yer değiştirme işlemi yapılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde et yağı ile interesterifiye hurma çekirdeği yağının yer değiştirmesi sonucunda kaprilik, kaprik, laurik ve miristik asit seviyelerinde önemli derecede artış gözlenirken; stearik, oleik ve linoleik asit seviyelerinde ise azalma gözlenmiştir. TBARS değerleri karşılaştırıldığında üretim sonunda gruplar arasında bir farklılık gözlenmemesine rağmen depolama sonrasında interesterifiye hurma çekirdeği yağı kullanılan grupta kullanılmayan gruba göre daha yüksek bir TBARS değeri tespit edilmiştir. Örneklerin sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri azalma göstermiş bununla beraber hurma çekirdeği yağı kullanılması sonucu fermentasyon sonunda sucuklarda pH, protein ve yağ içeriği azalırken; nem, a^* ve b^* değerleri artış göstermiştir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Araştırmada kullanılan sığır eti, et yağı ve koyun kuyruk yağı Erzurum piyasasından satın alınmıştır. Sığır karkaslarının but kaslarından alınan büyük parça etler Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Et Ürünleri İşleme Ünitesinde kaba yağ ve bağ dokularından ayrıldıktan sonra küçük parçalar halinde doğranmış ve -20°C’de muhafaza edilmiştir. Sığır et yağı ve koyun kuyruk yağı ise kıyma haline getirilerek üretime kadar -20°C’de muhafaza edilmiştir.

Üretimde kullanılan tuz, sarımsak ve baharat Erzurum piyasasından temin edilmiştir. Kürleme ajanı olarak sodyum nitrit (Merck) ve dolum işleminde ise suni kılıf (çap 38 mm, kalogen materyal, Naturin Darm) kullanılmıştır.

Çalışmada starter kültür olarak geleneksel sucuklardan izole ve identifiye edilen *Lactobacillus sakei* S15 suşu kullanılmıştır (Kaya vd 2017).

3.2. Metot

3.2.1. Sucuk üretimi ve örneklerin alınması

Sucuk hamurunun hazırlanmasında Kaya ve Gökalp (2004) tarafından verilen formülasyon esas alınmıştır. Bununla birlikte tuz oranı %2 olarak modifiye edilmiştir. Buna göre her bir kg et-yağ karışımı için (%80 yağsız sığır eti+%20 yağ); 20 g tuz, 150 ppm sodyum nitrit, 10 g sarımsak, 4 g sakkaroz, 7 g kırmızı biber, 5 g karabiber, 9 g kimyon, 2,5 g yenibahar kullanılmıştır. *L. sakei* S15 suşu MRS (Merck) sıvı besiyerinde 30°C’de 24 saat süreyle inkübe edilmiş ve sucuk hamuruna yaklaşık 10^7 kob/g seviyesinde inoküle edilmiştir. Isıl işlem görmüş sucuk üretimi, Çizelge 3.1’de

verildiği üzere farklı oranlarda et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.1. Isıl işlem görmüş sucukların üretiminde kullanılan et yağı ve/veya kuyruk yağı oranları

Gruplar	Et Yağı	Kuyruk Yağı
1.Muamele (Kontrol)	%100	-
2.Muamele	%50	%50
3.Muamele	-	%100

Sucuk hamurunun hazırlanmasında laboratuvar tipi kutter (MADO Typ MTK 662, Dornhan/ Schwarzwald) ve doldurulmasında laboratuvar tipi pistonlu bir doldurucu (MADO Typ MTK 591, Dornhan/ Schwarzwald) kullanılmıştır. Dolumu takiben örnekler sıcaklığı, nispi rutubeti ve hava cereyanı otomatik olarak kontrol edilebilen bir klima ünitesinde (Reich, Germany) $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta ve $\%90\pm 2$ bağıl nemde 24 saat süreyle fermentasyona tabi tutulmuştur. Fermentasyonu müteakiben yine sıcaklığı, nispi rutubeti ve hava cereyanı otomatik olarak kontrol edilebilen bir pişirme ünitesinde (Mauting, Czech Republic) örneklerin iç sıcaklığı 40°C 'den başlayarak 68°C 'ye ulaşacak şekilde bir ısıl işlem uygulanmıştır. Isıl işlem uygulamasından sonra örnekler yeniden klima ünitesine alınmış ve $16\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de $\%80\pm 2$ bağıl nemde 3 gün süreyle kurutma işlemine tabi tutulmuştur.

Örnekleme işlemi üretim prosesi boyunca farklı kademelerde (sucuk hamuru, fermentasyon sonrası, ısıl işlem sonrası, kurutma sonrası) gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte duyu analizi ve renk ölçümü sadece son üründe yapılmıştır.

3.2.2. Fiziksel ve kimyasal analizler

3.2.2.a. Nem değerinin belirlenmesi

Örneklerin nem değerini belirlemek için yaklaşık 10 g örnek önceden kurutulan ve desikatörde soğutulan darası alınmış kurutma kaplarına tartılmış ve $105\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutma işleme tabi tutulmuştur (Gökalp vd 2010).

3.2.2.b. pH değerinin belirlenmesi

Homojen hale getirilmiş örneklerden cam kavanozlar içersine 10 g tartıldıktan sonra, üzerine 100 ml saf su ilave edilmiş ve ultraturrax (IKA T 25, Germany) kullanılarak bu karışım da homojen hale getirilmiştir. Elde edilen homojenizatın pH değeri, pH-metre (Mettler Toledo, Switzerland) kullanılarak belirlenmiştir (Gökalp vd 2010).

3.2.2.c. TBARS (Tiyobarbutirik asit reaktif substans) değerinin belirlenmesi

TBARS değeri belirlenirken Lemon (1975) tarafından verilen yöntem esas alınmıştır. 2 g örnek santrifüj tüplerine tartılmış ve 12 ml TCA çözeltisi [%7,5 TCA; %0,1 EDTA; %0,1 Propil gallat (3 ml etanolde çözülür)] eklenmiştir. TCA ilave edilen örnekler 15-20s süreyle ultraturraxta homojenize edildikten sonra filtre kağıdından (Whatman-1) süzölmüş ve süzöntüden 3 ml alınıp deney tüpüne aktarılmıştır. Üzerine 3 ml TBA (0,02 M) çözeltisi de ilave edildikten sonra deney tüpleri 100°C 'de 40 dak süre ile su banyosunda bekletilmiş ve 5 dak soğuk su içersinde soğutulduktan sonra santrifüj (Thermo MR231, USA) işleme (2000 g'de 5 dak) tabi tutulmuştur. Santrifüjleme işleminden sonra ise spektrofotometrede (Aquamate Thermo electron Corporation, England) 530 nm de absorbans okunmuştur. TBARS değeri aşıağıda verilen formöl kullanılarak hesaplanmıştır. Standardın hazırlanmasında TEP (1,1,3,3, tetraetoksipan) kullanılmış ve k değeri hesaplanmıştır. Sonuç, $\mu\text{mol MDA/kg}$ olarak verilmiştir.

TBARS= ((absorbans/k (0,06) ×2/1000) × 6,8) × 1000/ örnek ağırlığı

3.2.2.d. Renk analizi

Örneklerin kesit yüzey renk yoğunlukları, kolorimetre (CR-400, Minolta Co, Osaka, Japan) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Ölçüm dilimlenmiş örneklerde gerçekleştirilmiş olup L*, a* ve b* değerleri üç boyutlu renk ölçümünü esas alan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIELAB (Commision Internationale de l'Eclairage) tarafından verilen kriterlere göre yapılmıştır. Buna göre; L* değeri; L*=0, siyah; L*=100, beyaz (koyuluk/açıklık); a* değeri; +a*=kırmızı, -a*=yeşil; b* değeri; +b*=sarı, -b*=mavi renk yoğunluklarını göstermektedir (Rödel 1985).

3.2.2.e. Su aktivitesi (a_w) değerinin belirlenmesi

Örneklerin a_w değerlerinin belirlenmesinde su aktivitesi cihazı (Novasina, TH-500 a_w Sprint) kullanılmıştır. Cihaz kullanılmadan önce 6 farklı tuz çözeltisi ile 25°C'de kalibre edilmiştir. Ölçüm için örnekler özel plastik kaplara konularak cihazın ölçme kabineye yerleştirilmiş ve 25°C'de a_w değerleri belirlenmiştir.

3.2.3. Duyusal analiz

Duyusal analiz, elde edilen son ürünlerde hedonik tip skala (1-9) kullanılarak Gıda mühendisliği alanında eğitim almış 10 panelist tarafından yapılmıştır. Değerlendirmede kullanılan duyusal panel formu Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Duyusal analiz panel formu

ÖRNEK NO:

	Kahverengimsi kırmızı							Açık soluk renk	
Renk	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	Çok iyi							Çok kötü	
Tekstür	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	Çok iyi							Çok kötü	
Koku	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	Tipik sucuk Tat ve aroması var							Tipik sucuk tat ve aroması yok	
Tat	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	Çok iyi							Çok kötü	
Genel kabul edilebilirlik	9	8	7	6	5	4	3	2	1

*Belirtmek istediğiniz hususları yazınız.

3.2.4. Tekstür profil analizi

Isıl işlem görmüş sucukların tekstür profil analizi, tekstür analiz cihazı (CT3, Brookfield Engineering Laboratories, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Isıl işlem görmüş sucuklardan çıkarılan silindirik boyutlu (38mm çap×20mm yükseklik) örnekler 50 mm'lik silindirik prob kullanılarak iki sıkıştırma çevrimi ile oda sıcaklığında analize tabi tutulmuştur. İşlem şartları: ön test hızı 1mm/s, test hızı ve test sonrası hızı 2 mm/s, birinci ve ikinci sıkıştırma arası 5s ve sıkıştırma oranı %50 olacak şekilde ayarlanmıştır. Böylece sucuk örnekleri için elde edilecek kuvvet-zaman eğrilerinden tekstürel parametreler olan hardness (sertlik), adhesiveness (yapışkanlık), cohesiveness (kohesivlik), springiness (elastikiyet), chewiness (çiğnenebilirlik), gumminess (sakızimsılık) ve resilience (esneklik) değerleri hesaplanmıştır (Bourne 1978).

3.2.5. İstatistiki analiz

Araştırmada ısıl işlem görmüş sucuk üretiminde et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanım oranı (%100 et yağı, %50 kuyruk yağı+%50 et yağı, %100 kuyruk yağı) ile üretim aşaması (sucuk hamuru, fermentasyon sonrası, ısıl işlem sonrası, kurutma sonrası) faktör olarak alınmış ve denemeler şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre yürütülmüştür. Duyusal değerlendirme ve renk analizleri ise son üründe gerçekleştirildiğinden sadece farklı yağ oranlarının etkisi incelenmiştir. Elde edilen verilere varyans analizi uygulanmış ve önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan oklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Fiziksel ve Kimyasal Analizlere Ait Sonuçlar

4.1.1. pH

Farklı oranlarda et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen pH değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Sucuk hamurunda 5,6 civarında olan pH değerleri, fermentasyon sonrasında bütün gruplarda 5,0 civarına kadar düşmüştür. Isıtılmış ve kurutma aşamaları sonrasında ise pH değerinde artış olduğu görülmektedir. Kurutma sonrası en yüksek pH değeri 5,36 ile %50 et yağı+%50 kuyruk yağı içeren grupta belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen pH değerleri

Muamele	Blok	Üretim Aşamaları			
		Sucuk Hamuru	Fermentasyon Sonrası	Isıtılmış Sonrası	Kurutma Sonrası
Et Yağı	1	5,68	4,98	5,17	5,27
		5,66	4,95	5,22	5,27
	2	5,72	5,01	5,23	5,33
		5,67	5,02	5,26	5,32
Et Yağı+ Kuyruk Yağı	1	5,62	4,97	5,19	5,31
		5,63	4,94	5,18	5,27
	2	5,61	5,08	5,22	5,34
		5,67	5,08	5,28	5,36
Kuyruk Yağı	1	5,71	4,95	5,15	5,31
		5,68	4,99	5,17	5,28
	2	5,64	4,96	5,18	5,29
		5,64	4,96	5,15	5,28

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre, muamele (et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanımı), üretim aşaması ve muamele × üretim aşaması

interaksiyonu pH değeri üzerinde çok önemli seviyede ($P<0,01$) etki göstermiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	2	0,004	7,658**
Üretim Aşaması (ÜA)	3	0,941	2007,601**
Blok (B)	1	0,012	25,000**
M×ÜA	6	0,002	4,979**
Hata	24	0,000	-
Genel	48	-	-

** $P<0,01$

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3’de gösterilmiştir. %100 et yağı ve %50 et yağı+%50 kuyruk yağı içeren gruplarda belirlenen ortalama pH değerleri istatistiki açıdan farklılık göstermezken, %100 kuyruk yağının kullanıldığı grupta daha düşük bir ortalama pH değeri bulunmuştur ($P<0,05$). Aydın (2017) tarafından yapılan bir çalışmada ısı işlem görmüş sucuk üretiminde farklı et yağı/kuyruk yağı kombinasyonları kullanımının pH değeri üzerinde önemli seviyede etkili olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte fermente sucuk üzerinde yürütülen diğer bir araştırmada ise üretimde kullanılan farklı koyun kuyruk yağı seviyelerinin (% 10, 20 ve 30) pH değeri üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir (Soyer *et al.* 2005).

Çizelge 4.3. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)

Muamele	pH
Et Yağı	5,30±0,26 ^b
Et Yağı + Kuyruk Yağı	5,30±0,23 ^b
Kuyruk Yağı	5,27±0,27 ^a

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

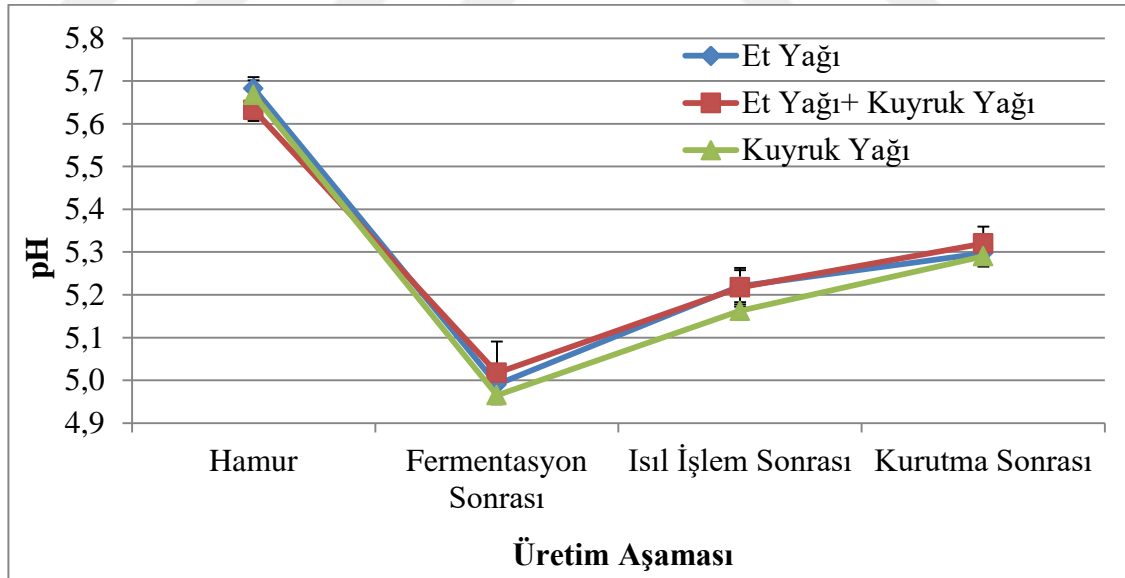
Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.4'de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere üretim aşamalarında belirlenen ortalama pH değerleri istatistiki açıdan birbirlerinden farklılık göstermiştir. Sucuk üretiminde fermentasyon sonucu meydana gelen pH düşüşü, ürünlerdeki su kaybını hızlandırarak kurumayı kolaylaştırmakta, üründe arzulanan renk, lezzet ve tekstür gelişimine katkı sağlamakta ve üründe arzu edilmeyen florayı kontrol altına alarak mikrobiyal bozulmayı da önlemektedir (Kaya ve Kaban 2016). Bununla birlikte ısıtma ve kurutma aşamaları sonunda ise pH değerinde artış olduğu görülmektedir. Isıl işlem sonrasında meydana gelen artışın ısıtma sırasında gerçekleşen protein denatürasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ercoşkun (2006), Çakır *et al.* (2013) ve Kaban and Bayrak (2015) tarafından yapılan araştırmalarda da fermentasyon aşamasından sonra uygulanan ısıtma işleminin pH değerinde artışa neden olduğu bildirilmiştir. Yine Aydın (2017) tarafından farklı et yağı/kuyruk yağı kombinasyonları kullanılarak üretilen ısıtma işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen pH değerleri incelendiğinde, sucuk hamurunda 5,71-5,77 arasında olan pH değerinin fermentasyon sonrasında 5,14'e kadar düştüğü, bununla birlikte pH değerinde ısıtma aşamasında artışlar kaydedildiği ve kurutma aşamasında ise önemli değişimler gözlenmediği bildirilmiştir. Bu çalışmada ise kurutma sonrasında meydana gelen artışın, kurutma aşamasında meydana gelen proteolizis sonucu oluşan bazik karakterli bileşiklerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği'ne göre (Anonim 2012) ısıtma işlem görmüş sucukta pH değeri en yüksek 5,6 olmalıdır. Mevcut bu çalışmada, son ürün için elde edilen tüm pH değerleri bu kriterle uygunluk göstermektedir.

Çizelge 4.4. Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)

Üretim Aşaması	pH
Sucuk Hamuru	$5,66\pm 0,03^d$
Fermentasyon Sonrası	$4,99\pm 0,05^a$
Isıl İşlem Sonrası	$5,20\pm 0,04^b$
Kurutma Sonrası	$5,30\pm 0,03^c$

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

Isıl işlem görmüş sucukların pH değeri üzerine muamele \times üretim aşaması interaksiyonunun etkisi Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere bütün gruplarda üretim aşamalarında birbirine yakın pH değerleri elde edilmesine karşın, ısıl işlem sonrası en düşük pH değeri %100 kuyruk yağı kullanılan grupta belirlenmiştir. Bozkurt and Bayram (2006) sucuk üretiminde olgunlaştırma süresine bağlı olarak pH değerinin olgunlaştırmanın ilk günlerinde hızlı bir düşüş kaydetmiş daha sonra ise hafif bir şekilde arttığını rapor etmişlerdir.



Şekil 4.1. Isıl işlem görmüş sucukların pH değeri üzerine muamele \times üretim aşaması interaksiyonunun etkisi

4.1.2. Nem

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen nem (%) değerleri Çizelge 4.5’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere başlangıçta 57,69 ile 61,84 arasında değişen nem değerleri fermentasyon, ısıtılmış ve kurutma aşamaları boyunca kademeli bir şekilde azalmıştır. Kurutma sonunda tüm gruplarda nem değeri %50’nin altına düşmüştür.

Çizelge 4.5. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen nem (%) değerleri

Muamele	Blok	Üretim Aşamaları			
		Sucuk Hamuru	Fermentasyon Sonrası	Isıtılmış Sonrası	Kurutma Sonrası
Et Yağı	1	59,97	58,89	56,54	45,29
		60,90	59,26	56,97	44,21
	2	58,98	58,90	53,83	43,08
		58,33	57,74	54,32	42,66
Et Yağı + Kuyruk Yağı	1	61,04	60,17	57,20	45,13
		59,93	58,81	57,64	47,47
	2	61,22	61,24	57,86	46,21
		61,29	61,01	57,79	44,76
Kuyruk Yağı	1	58,09	57,33	56,23	48,92
		57,69	56,84	56,90	45,70
	2	60,91	56,27	55,79	45,26
		61,84	56,66	56,48	43,62

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6’da gösterilmiştir. Nem değeri üzerinde muamele ve üretim aşaması faktörlerinin çok önemli ($P<0,01$) seviyede etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca muamele \times üretim aşaması interaksyonu da nem değeri üzerinde çok önemli ($P<0,01$) bir etki göstermiştir.

Çizelge 4.6. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	2	15,047	23,409**
Üretim Aşaması (ÜA)	3	545,517	848,671**
Blok (B)	1	2,553	3,972
M×ÜA	6	3,435	5,344**
Hata	24	0,643	-
Genel	48	-	-

**P<0,01

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların nem değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Isıl işlem görmüş sucuk üretiminde %100 et yağı kullanılan kontrol grubu ve %100 kuyruk yağı kullanılan grupta istatistiki açıdan farklılık görülmezken ($P>0,05$); %50 et yağı+%50 kuyruk yağının kullanıldığı grup en yüksek ortalama nem değerini vererek diğer gruplardan istatistiki açıdan farklılık göstermiştir.

Çizelge 4.7. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların nem değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)

Muamele	Nem
Et Yağı	54,37±6,58 ^a
Et Yağı + Kuyruk Yağı	56,17±6,31 ^b
Kuyruk Yağı	54,66±5,57 ^a

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

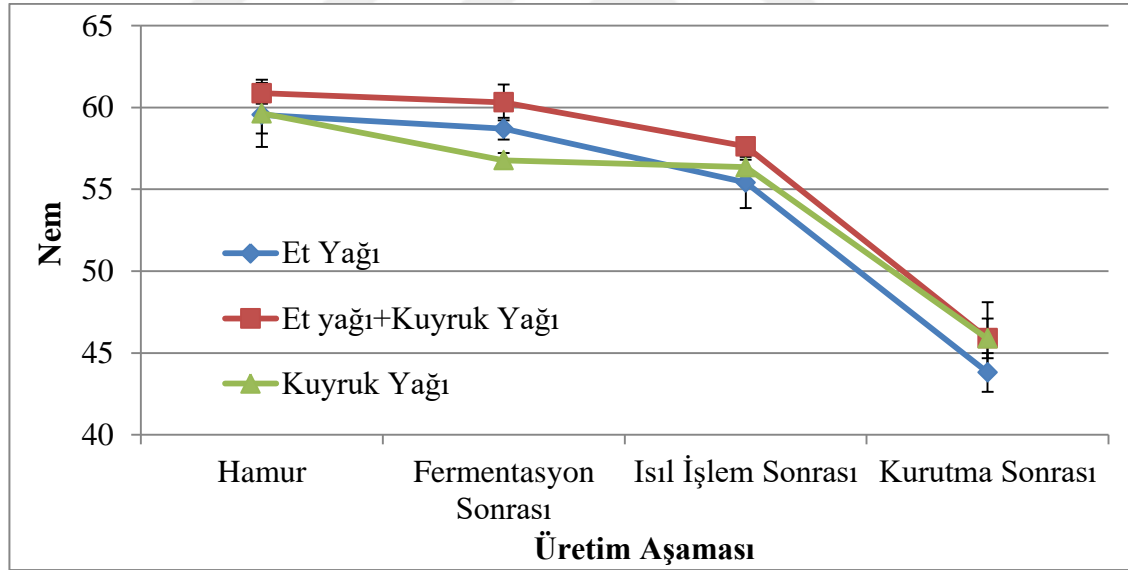
Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen nem değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Nem değerleri üretim aşaması boyunca azalmış ve kurutma sonunda %50’nin altına düşmüştür. Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği’nde (Anonim 2012) ısıl işlem görmüş sucuk için nem değerinin en fazla %50 olması gerektiği bildirilmektedir.

Çizelge 4.8. Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen nem (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)

Üretim Aşaması	Nem
Sucuk Hamuru	60,02±1,42 ^d
Fermentasyon Sonrası	58,59±1,67 ^c
Isıl İşlem Sonrası	56,46±1,28 ^b
Kurutma Sonrası	45,19±1,78 ^a

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

Isıl işlem görmüş sucukların nem değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Fermentasyon aşamasında, en düşük nem değeri kuyruk yağında tespit edilirken, hem ısıl işlem hem de kurutma sonrası aşamalarda et yağı grubu en düşük değerleri göstermiştir.



Şekil 4.2. Isıl işlem görmüş sucukların nem değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi

4.1.3. Su aktivitesi (a_w)

Sucuk gibi fermente-kuru sosislerde su aktivitesi genellikle 0,90’ın altındayken, ısıl işlem görmüş sucuk gibi yarı-kuru fermente sosislerde 0,90-0,95 arasında değişmektedir

(Kaya ve Kaban 2016). Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen a_w değerleri Çizelge 4.9'da gösterilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere a_w , sucuk hamurlarında 0,963-0,987 arasında değişmiştir. Bununla birlikte fermentasyon aşamasından başlayarak düşüş göstermiş ve en düşük değerlere kurutmadan sonra ulaşmıştır.

Çizelge 4.9. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen a_w değerleri

Muamele	Blok	Üretim Aşamaları			
		Sucuk Hamuru	Fermentasyon Sonrası	Isıl İşlem Sonrası	Kurutma Sonrası
Et Yağı	1	0,963	0,959	0,949	0,927
		0,967	0,959	0,952	0,933
	2	0,974	0,959	0,960	0,938
		0,971	0,959	0,962	0,935
Et Yağı + Kuyruk Yağı	1	0,976	0,961	0,960	0,938
		0,979	0,962	0,958	0,936
	2	0,982	0,959	0,965	0,931
		0,982	0,958	0,964	0,927
Kuyruk Yağı	1	0,975	0,962	0,963	0,937
		0,972	0,963	0,964	0,941
	2	0,987	0,957	0,955	0,926
		0,982	0,952	0,956	0,930

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10'da gösterilmiştir. a_w değeri üzerinde muamele ile üretim aşamasının çok önemli ($P<0,01$) seviyede etki gösterdiği belirlenmiştir. Örneklerin a_w değerleri üzerinde muamele \times üretim aşaması interaksyonu da çok önemli ($P<0,01$) etki göstermiştir.

Çizelge 4.10. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	2	8,669E-005	19,535**
Üretim Aşaması (ÜA)	3	0,004	835,886**
Blok (B)	1	4,687E-006	1,056
M×ÜA	6	3,458-005	7,792**
Hata	24	4,437E-006	-
Genel	48	-	-

**P<0,01

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Isıtılmış sucuk üretiminde %100 et yağı kullanılan kontrol grubu en düşük ortalama a_w değerine sahip olup istatistiki açıdan diğer gruplardan farklılık göstermiştir. %50 et yağı+%50 kuyruk yağı kullanılan grup ile %100 kuyruk yağı kullanılan grup arasında ise istatistiki açıdan bir farklılık belirlenmemiştir. Aydın (2017) tarafından yapılan bir çalışmada da bu çalışmadakine benzer şekilde %100 et yağı kullanılan ısıtılmış sucuklarda en düşük, %100 kuyruk yağı kullanılan sucuklarda ise en yüksek a_w değerleri rapor edilmiştir.

Çizelge 4.11. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05)

Muamele	a_w
Et Yağı	0,954±0,01 ^a
Et Yağı + Kuyruk Yağı	0,959±0,02 ^b
Kuyruk Yağı	0,958±0,02 ^b

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

Isıtılmış sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere ısıtılmış sucukların a_w değerleri üretim aşamalarından fermentasyon ve kurutma sonunda önemli seviyede azalmış ve kurutma

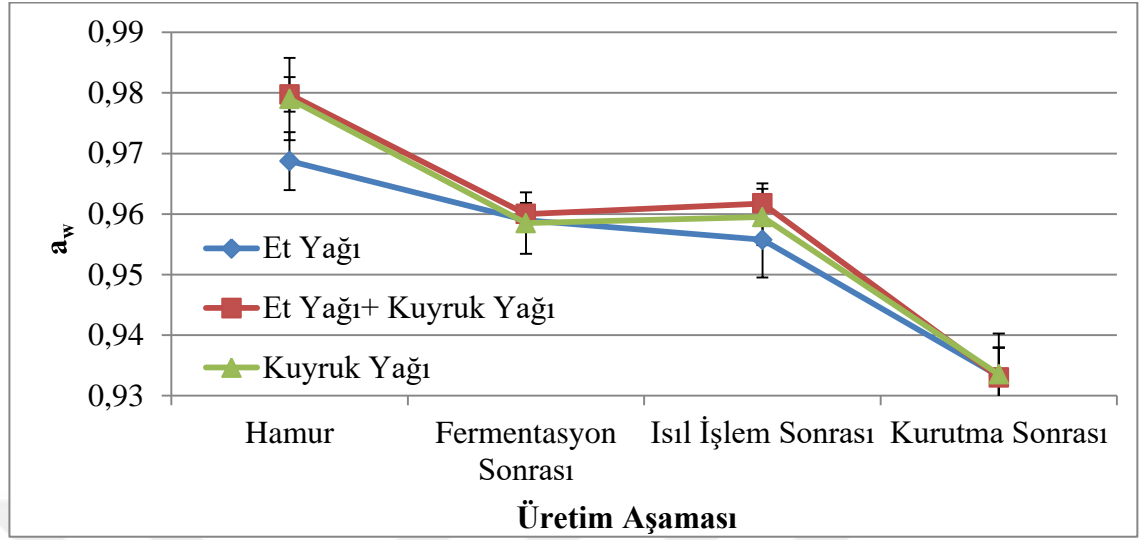
sonrasında ortalama $0,933\pm 0,01$ seviyesine kadar düşmüştür. Benzer şekilde Aydın (2017) ısıtma işlemi görmüş sucuk üretiminde a_w değerinin fermentasyon ve kurutma aşamalarında önemli seviyede azaldığını ve son üründe ortalama $0,920\pm 0,006$ değerine ulaştığını bildirmiştir. Çakır *et al.* (2013) ise ısıtma işlemi görmüş sucuk üretiminde a_w değerinin olgunlaştırma süresi ilerledikçe düştüğünü belirlemiştir. Olgunlaştırma süresinin sucuğun a_w değeri üzerinde çok önemli bir etkiye sahip olduğu diğer araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (Kaban and Kaya 2006; Kaban and Kaya 2009; Gökcalp vd 2012).

Çizelge 4.12. Isıtma işlemi görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)

Üretim Aşaması	a_w
Sucuk Hamuru	$0,976\pm 0,01^c$
Fermentasyon Sonrası	$0,959\pm 0,00^b$
Isıtma İşlem Sonrası	$0,959\pm 0,01^b$
Kurutma Sonrası	$0,933\pm 0,01^a$

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

Isıtma işlemi görmüş sucukların a_w değeri üzerine muamele \times üretim aşaması etkisinin etkisi Şekil 4.3'de gösterilmiştir. Kontrol grubunda başlangıçtaki a_w değeri diğer gruplara göre daha düşük olmasına karşın kurutma sonunda bütün gruplarda a_w değeri $0,94$ 'ün altına düşmüştür.



Şekil 4.3. Isıl işlem görmüş sucukların a_w değeri üzerine muamele \times üretim aşaması interaksyonunun etkisi

4.1.4. TBARS

Lipit oksidasyonun bir göstergesi olan TBARS (Thiobarbituric Acid Reactive Substances) değeri, et ve et ürünlerinde de iyi bir indikatör olarak değerlendirilmektedir (Kaya ve Kaban 2016). Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen TBARS değerleri Çizelge 4.13’de gösterilmiştir. Sucuk hamurunda TBARS değerleri 5,97-8,61 $\mu\text{molMDA/kg}$ arasında değişmiş ve üretim aşamaları boyunca bu değer artmaya devam ederek en yüksek değerlere son üründe ulaşmıştır.

Çizelge 4.13. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen TBARS değerleri ($\mu\text{molMDA/kg}$)

Muamele	Blok	Üretim Aşamaları			
		Sucuk Hamuru	Fermentasyon Sonrası	Isıl İşlem Sonrası	Kurutma Sonrası
Et Yağı	1	7,92	7,46	7,42	9,74
		8,19	7,70	9,28	13,11
	2	8,61	6,83	8,99	9,31
		8,23	8,03	10,13	11,38
Et Yağı+ Kuyruk Yağı	1	6,31	8,54	9,44	11,04
		7,53	7,84	9,84	10,13
	2	7,00	7,35	8,89	10,13
		5,97	8,46	9,63	11,24
Kuyruk Yağı	1	8,18	8,41	10,59	14,94
		7,89	10,71	11,19	13,56
	2	7,70	7,88	6,15	10,99
		7,23	7,27	9,45	9,74

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14'de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi muamele ve muamele \times üretim aşaması etkileşimini TBARS değeri üzerinde istatistiksel açıdan önemli seviyede etkili değilken ($P>0.05$), üretim aşaması faktörü çok önemli ($P<0.01$) seviyede etkili olmuştur.

Çizelge 4.14. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	2	2,686	2,586
Üretim Aşaması (ÜA)	3	32,903	31,681**
Blok (B)	1	8,637	8,316**
M \times ÜA	6	1,480	1,425
Hata	24	1,039	-
Genel	48	-	-

** $P<0.01$

Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere, sucuk hamuru ve fermentasyon sonrasında TBARS değerleri arasında istatistiki açıdan bir fark bulunmadığı, ısıl işlem ve kurutma işlemlerinden sonra ise TBARS değerinin gittikçe arttığı ve en yüksek ortalama TBARS değerinin kurutma sonrasında elde edildiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.15. Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05)

Üretim Aşaması	TBARS
Sucuk Hamuru	7,56±0,81 ^a
Fermentasyon Sonrası	8,04±0,99 ^a
Isıl İşlem Sonrası	9,25±1,35 ^b
Kurutma	11,28±1,74 ^c

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

Yalınkılıç (2009) sucuk üretiminde farklı oranlarda kuyruk yağı kullanarak yaptığı bir çalışmada, sucuk hamurlarında 10,09 µmolMDA/kg olarak belirlenen TBARS değerlerinin olgunlaştırma sonunda 14,38 µmolMDA/kg’a yükseldiğini tespit etmiştir. Bir diğer çalışmada ise et yağı kullanılarak gerçekleştirilen sucuk üretiminde, sucuk hamurunda 10,77 µmolMDA/kg olarak belirlenen TBARS değerinin 14 günlük bir olgunlaştırma sonunda 18,48 µmolMDA/kg’a yükseldiği bildirilmiştir (Kaban and Kaya 2009). Çakır (2010) tarafından yapılan bir çalışmada ise kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucuklarda belirlenen TBARS değerlerinin geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda elde edilen değerlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

4.1.5. Renk değerleri

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucuklarda belirlenen L*, a* ve b* değerleri Çizelge 4.16’da verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi en yüksek L* değeri %100 kuyruk yağı kullanılan grupta 51,18 olarak tespit edilmiştir.

Örneklerin a* değerlerinde en yüksek değer 18,69 ile %100 kuyruk yağı kullanılan grupta; en düşük değer ise 15,92 ile %50 et yağı+%50 kuyruk yağı kullanılan grupta belirlenmiştir. b* değerleri incelendiğinde ise en yüksek değer %100 kuyruk yağı kullanılan grupta 17,61 olarak; en düşük değer ise %100 et yağı kullanılan grupta 14,21 olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4.16. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların olgunlaşma sonunda belirlenen L*, a* ve b* değerleri

Muamele	Blok	Renk		
		L*	a*	b*
Et Yağı	1	48,65	17,01	16,13
		47,47	17,58	16,07
		48,30	16,39	15,90
	2	47,23	16,83	15,47
		46,18	16,72	14,83
		44,63	17,00	14,21
Et Yağı + Kuyruk Yağı	1	49,17	16,21	16,20
		46,46	16,90	16,24
		48,09	17,80	15,80
	2	48,29	15,92	14,56
		46,81	17,00	15,83
		46,35	17,85	14,73
Kuyruk Yağı	1	48,23	18,69	15,55
		49,88	16,92	16,68
		51,18	17,01	17,61
	2	44,32	17,01	14,93
		45,71	16,45	15,96
		47,79	16,73	15,24

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların olgunlaşmanın sonunda belirlenen L*, a* ve b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları sırasıyla Çizelge 4.17, 4.18 ve 4.19'da gösterilmiştir. Renk parametresi için muamele faktörünün istatistiksel açıdan önemli bir etkisi olmamıştır ($P>0,05$). Böylece ısıtılmış sucuk üretiminde farklı et yağı/kuyruk yağı kullanımının ürünün renk değerlerini etkilemediği sonucuna varılmıştır. Diğer bir ifade ile tüketici tarafından istenen parlak kırmızı ürün renginin tüm gruplar için elde edilebildiği ve bu durumun kuyruk yağı kullanımından etkilenmediği görülmektedir.

Çizelge 4.17. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş sucukların olgunlaşmanın sonunda belirlenen L* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	2	0,909	0,535
Blok (B)	1	22,490	13,226**
Hata	12	1,700	-
Toplam	18	-	-

Çizelge 4.18. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş sucukların olgunlaşmanın sonunda belirlenen a* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	2	0,082	0,162
Blok (B)	1	0,500	0,994
Hata	12	0,503	-
Toplam	18	-	-

Çizelge 4.19. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş sucukların olgunlaşmanın sonunda belirlenen b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	2	0,518	1,359
Blok (B)	1	6,032	15,810**
Hata	12	0,382	-
Toplam	18	-	-

4.2. Duyusal Analiz Sonuçları

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş sucukların duyu özelliklerine ait değerler Çizelge 4.20’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere bütün duyu özellik parametrelerinde en yüksek değerleri %100 et yağının kullanıldığı grup, en düşük değerleri ise %100 kuyruk yağının kullanıldığı grup almıştır. Genel kabul edilebilirlik açısından da puanlar benzer özellik göstermiştir.

Çizelge 4.20. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş sucukların duyu özelliklerine ait değerler

Muamele	Blok	Duyusal Özellik				Genel Kabul Edilebilirlik
		Renk	Tekstür	Koku	Tat	
Et Yağı	1	8,20	7,65	8,00	7,90	8,05
	2	7,80	7,70	8,10	7,90	7,95
Et Yağı+ Kuyruk Yağı	1	7,20	6,90	7,40	7,20	7,25
	2	7,30	7,40	7,10	7,30	7,30
Kuyruk Yağı	1	5,00	5,70	6,20	5,10	5,40
	2	5,60	5,40	5,90	5,05	5,40

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş sucukların son üründe belirlenen duyu analiz puanlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21’de gösterilmiştir. Kuyruk yağı kullanımını bütün duyu özellik parametreleri üzerinde çok önemli seviyede ($P<0,01$) etkiye sahip olmuştur.

Çizelge 4.21. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş sucuklarda son üründe belirlenen duyu analiz puanlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Renk			
Muamele (M)	2	38,850	20,309**
Blok (B)	1	0,150	0,078
Hata	54	1,913	-
Toplam	60	-	-
Tekstür			
Muamele (M)	2	24,504	13,513**
Blok (B)	1	0,104	0,057
Hata	54	1,813	-
Toplam	60	-	-
Koku			
Muamele (M)	2	20,267	11,742**
Blok (B)	1	0,417	0,241
Hata	54	1,726	-
Toplam	60	-	-

Çizelge 4.21. (devam)

Tat			
Muamele (M)	2	43,779	17,893**
Blok (B)	1	0,004	0,002
Hata	54	2,447	-
Toplam	60	-	-
Genel Kabuledilebilirlik			
Muamele (M)	2	36,004	18,789**
Blok (B)	1	0,004	0,002
Hata	54	1,916	-
Toplam	60	-	-

**P<0,01

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucuklarda belirlenen duyu analizi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.22’de verilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre kontrol grubu ve et yağı ile kuyruk yağının birlikte kullanıldığı grup duyu özellik parametreleri açısından istatistiksel olarak farklılık göstermezken tamamen kuyruk yağının kullanıldığı grup diğer iki gruptan farklılık göstermiştir (P<0,05).

Çizelge 4.22. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucuklarda son üründe belirlenen duyu analizi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (P<0,05)

Parametre	Et Yağı	Et Yağı + Kuyruk Yağı	Kuyruk Yağı
Renk	8,00±0,92 ^b	7,25±1,02 ^b	5,30±1,92 ^a
Tekstür	7,68±0,65 ^b	7,15±1,50 ^b	5,55±1,61 ^a
Koku	8,05±1,15 ^b	7,25±1,26 ^b	6,05±1,43 ^a
Tat	7,90±1,07 ^b	7,25±1,49 ^b	5,08±1,89 ^a
Genel Kabul Edilebilirlik	8,00±0,90 ^b	7,28±1,28 ^b	5,40±1,73 ^a

^{a-b}: Aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

İncelenen tüm duyu parametreleri açısından en düşük puanı tamamen kuyruk yağı kullanılan grup almış ve bu grup tüm parametrelerde diğer gruplardan istatistiksel olarak

farklılık göstermiştir. Diğer taraftan %100 et yağı ve et yağı+ kuyruk yağı kullanılan grup arasında hiç bir parametre açısından istatistiki manada bir farklılık belirlenmemiştir. Bu durum üretimde %50 et yağı+%50 kuyruk yağı kullanımının duysal açıdan olumsuz etkiye neden olmadığını göstermektedir.

4.3. Tekstür Profil Analizi Sonuçları

Et ürünlerinin kalitesini belirleyen en önemli parametrelerden birisi de tekstürdür. Benzer şekilde kuru fermente sosislerin tekstürel özellikleri tüketici tercihlerini önemli oranda etkilemektedir. Enstrümantal manada tekstürel özelliklerin belirlenmesinde kullanılan TPA ile örneklerin sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, kohesivlik, sakızimsılık, çignenebilirlik ve esneklik değerleri tespit edilebilmektedir.

4.3.1. Sertlik

En önemli tekstürel özelliklerden biri olan sertlik değeri, bir örneği sıkıştırmak için sarf edilen maksimum kuvvet olarak tanımlanmaktadır (Bourne 1978). Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen sertlik değerleri Çizelge 4.23'de gösterilmiştir. Kurutma sonrasında genel itibariyle en düşük sertlik değerleri %100 kuyruk yağı kullanılan grupta elde edilmişken, en yüksek değerler ise %100 et yağı kullanılan grupta belirlenmiştir.

Çizelge 4.23. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen sertlik değerleri (N)

Muamele	Blok	Üretim Aşamaları			
		Sucuk Hamuru	Fermentasyon Sonrası	Isıl İşlem Sonrası	Kurutma Sonrası
Et Yağı	1	3,04	10,93	36,38	65,95
		2,60	11,67	39,13	68,99
		2,65	11,03	40,65	68,30
		2,70	9,37	37,95	68,84
		2,60	10,30	39,37	68,25
	2	2,70	12,75	38,15	62,91
		2,45	10,40	40,16	79,63
		2,55	11,57	40,65	68,35
		3,09	12,75	40,75	64,92
		2,84	10,98	38,20	62,52
Et Yağı + Kuyruk Yağı	1	2,06	6,42	23,39	39,28
		2,45	6,28	27,07	37,22
		1,96	7,94	30,35	37,12
		2,01	5,00	23,63	45,26
		1,57	6,62	21,43	47,27
	2	2,06	9,07	24,96	51,68
		1,62	9,57	29,62	50,85
		2,11	9,71	31,48	57,32
		2,21	9,02	32,12	49,52
		2,45	7,35	29,91	42,76
Kuyruk Yağı	1	1,62	5,83	23,54	32,75
		1,47	5,93	22,70	32,12
		1,77	5,39	22,75	34,03
		1,67	4,95	21,43	34,52
		2,06	3,58	18,63	30,30
	2	1,72	7,45	22,51	36,92
		2,26	6,03	25,30	42,17
		2,35	7,50	28,00	45,60
		2,01	7,94	28,34	50,50
		2,16	6,08	22,70	41,63

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.24’de gösterilmiştir. Buna göre muamele, üretim aşaması ve muamele × üretim aşaması etkileşimini sertlik değerleri üzerinde çok önemli seviyede ($P < 0,01$) etkili olmuştur.

Çizelge 4.24. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	2	1769,448	247,607**
Üretim Aşaması (ÜA)	3	14574,202	2039,437**
Blok (B)	1	243,134	34,023**
M×ÜA	6	449,617	62,917**
Hata	96	7,146	-
Toplam	120	-	-

**P<0,01

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların sertlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.25’de verilmiştir. Buna göre tüm gruplar için belirlenen ortalama değerler istatistiki manada birbirinden farklılık göstermiş ve en düşük ortalama sertlik değeri %100 kuyruk yağı kullanılan grupta elde edilmiştir. Diğer taraftan kuyruk yağı ile birlikte et yağı kullanımı sertlik değerini artırmış, %100 et yağı kullanılan grupta ise en yüksek ortalama sertlik değeri belirlenmiştir. Kuyruk yağının et yağına göre daha yüksek oranda doymamış yağ asidi içermesinin (Ünsal 1991), gruplar için elde edilen ortalama sertlik değerleri üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim fermente sucuk için yapılan bir başka çalışmada da sertlik açısından en düşük ortalama değerlerin kuyruk yağı kullanılan grupta elde edildiği rapor edilmiştir (Kaban ve Kaya 2010). Yalınkılıç *et al.* (2016) ise yapmış olduğu çalışmada sucuğa farklı oranlarda portakal lifi ilavesinin sertlik değerlerini çok önemli oranda etkilediğini, fakat üretimde farklı oranlarda kuyruk yağı kullanımının sertlik değeri üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmiştir.

Çizelge 4.25. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların sertlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05)

Muamele	Sertlik
Et Yağı	30,23±26,01 ^c
Et Yağı + Kuyruk Yağı	20,74±17,90 ^b
Kuyruk Yağı	17,41±15,04 ^a

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

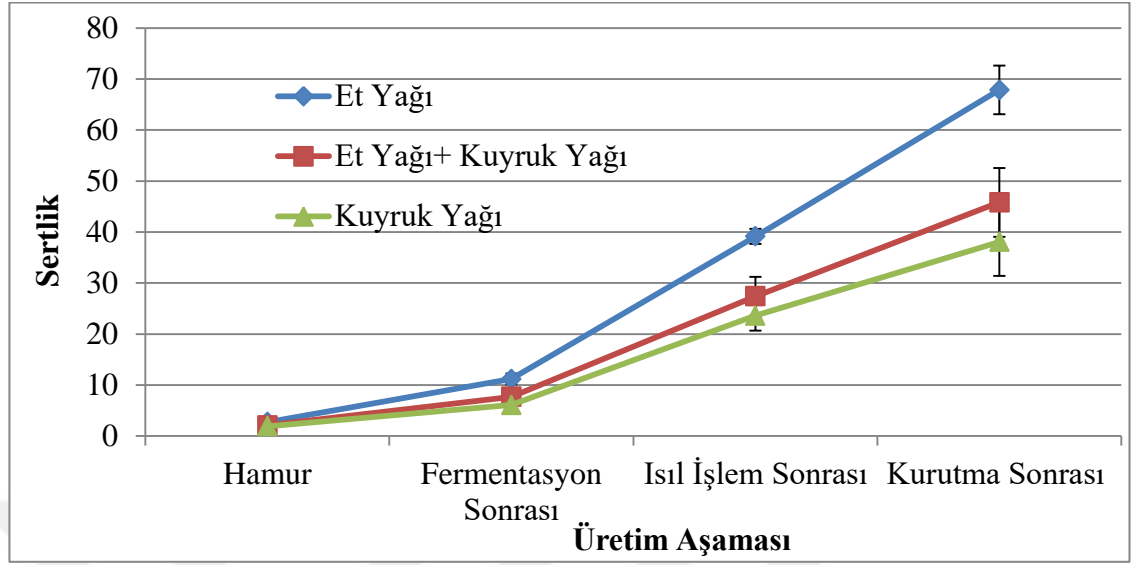
Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen sertlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.26'da verilmiştir. Buna göre sertlik değeri üretim aşamaları boyunca istatistiki açıdan önemli seviyede artış göstermiş ve en yüksek ortalama değer kurutma işlemi sonrasında tespit edilmiştir. Bu durum üzerinde üretim aşamaları boyunca örneklerde meydana gelen nem kaybının etkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim üretim aşamaları boyunca belirlenen ortalama sertlik değerlerindeki artışa karşın, örneklerin nem içerikleri ile a_w değerlerinde ise azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde Wanangkarn *et al.* (2012) tarafından yapılan bir çalışmada fermente sosislerde başlangıç aşamasından üretimin sonuna kadar sertlik değerinin arttığı gözlenmiştir. Aynı şekilde Lorenzo *et al.* (2012) kuru kürlenmiş fermente sosiste olgunlaşma süresince sertlik değerlerinin arttığını tespit etmiş ve bu durumun nem içeriğindeki azalmadan kaynaklandığını bildirmiştir. Üretim süresi boyunca sucukta sertlik değerinin arttığı diğer bazı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Kaban ve Kaya 2010; Ekici *et al.* 2015; Yalınkılıç *et al.* 2016).

Çizelge 4.26. Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen sertlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)

Üretim Aşaması	Sertlik
Sucuk Hamuru	2,23±0,44 ^a
Fermentasyon Sonrası	8,31±2,53 ^b
Isıl İşlem Sonrası	30,04±7,29 ^c
Kurutma Sonrası	50,58±14,14 ^d

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

Isıl işlem görmüş sucukların sertlik değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi Şekil 4.4'de gösterilmiştir. Grafikten de görüldüğü üzere sertlik değerleri bütün gruplarda üretim aşamaları boyunca artış göstermiştir. Bununla birlikte özellikle fermentasyon aşamasından sonra sertlik değerlerinde meydana gelen artış, %100 et yağı kullanılan grupta en fazla, %100 kuyruk yağı kullanılan grupta ise en düşük seviyede gerçekleşmiştir.



Şekil 4.4. Isıl işlem görmüş sucukların sertlik değeri üzerine muamele × üretim aşaması etkisinin etkisi

4.3.2. Yapışkanlık

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen yapışkanlık değerleri Çizelge 4.27’de gösterilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, en yüksek değerler sucuk hamurunda elde edilmişken, en düşük değerler kurutma sonrasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.27. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen yapışkanlık değerleri (mj)

Muamele	Blok	Üretim Aşamaları			
		Sucuk Hamuru	Fermentasyon Sonrası	Isıl İşlem Sonrası	Kurutma Sonrası
Et Yağı	1	0,30	0,20	0,00	0,00
		1,00	0,60	0,10	-0,10
		0,50	0,40	0,10	0,00
		0,70	0,40	0,00	0,00
		1,00	0,20	0,20	0,00
	2	0,60	0,10	0,00	0,00
		0,40	0,40	0,00	0,00
		0,90	0,60	0,10	0,30
		0,80	0,40	0,00	0,00
		1,30	0,20	0,00	0,00
Et Yağı + Kuyruk Yağı	1	0,60	0,30	0,10	0,00
		0,30	0,40	0,10	0,20
		0,10	0,20	0,00	0,00
		0,10	0,10	0,00	0,00
		0,40	0,30	0,00	0,00
	2	0,60	0,30	0,00	0,00
		0,50	0,40	0,00	0,00
		0,40	0,20	0,10	0,20
		0,80	0,30	0,10	-0,10
		0,80	0,00	0,00	0,00
Kuyruk Yağı	1	0,70	0,80	0,10	0,10
		0,20	0,40	0,00	0,00
		0,00	0,30	0,30	0,10
		0,20	0,40	0,20	0,40
		0,40	0,60	0,10	0,00
	2	0,40	0,20	0,00	0,00
		0,20	0,30	0,20	0,20
		0,50	0,30	0,10	0,10
		0,40	0,30	0,10	0,00
		0,10	0,20	0,00	0,00

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen yapışkanlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.28'de gösterilmiştir. Yapışkanlık değerleri üzerinde muamele faktörü önemli seviyede ($P<0,05$) etki gösterirken, üretim aşaması ve muamele \times üretim aşaması etkisi ise çok önemli seviyede ($P<0,01$) etkiye sahiptir.

Çizelge 4.28. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen yapışkanlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	2	0,101	3,797*
Üretim Aşaması (ÜA)	3	1,460	54,836**
Blok (B)	1	0,000	0,013
M \times ÜA	6	0,158	5,937**
Hata	96	0,027	-
Toplam	120	-	-

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

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların yapışkanlık değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.29'da verilmiştir. En düşük yapışkanlık değeri %50 et yağı+%50 kuyruk yağının kullanıldığı grupta gözlenmiş ve gruplar arasında istatistiki açıdan farklılıklar tespit edilmiştir ($P<0,05$). Yalınkılıç *et al.* (2016) yaptığı çalışmada sucuk üretiminde kuyruk yağı miktarı azaldıkça yapışkanlık değerinin de azaldığını belirlemiştir. Yapılan bir diğer çalışmada ise sucuk üretiminde et yağı kullanımının kuyruk yağı kullanımına göre yapışkanlık açısından daha iyi sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Kaban ve Kaya 2010).

Çizelge 4.29. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların yapışkanlık değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)

Muamele	Yapışkanlık
Et Yağı	0,29 \pm 0,35 ^b
Et Yağı + Kuyruk Yağı	0,20 \pm 0,23 ^a
Kuyruk Yağı	0,22 \pm 0,20 ^{ab}

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

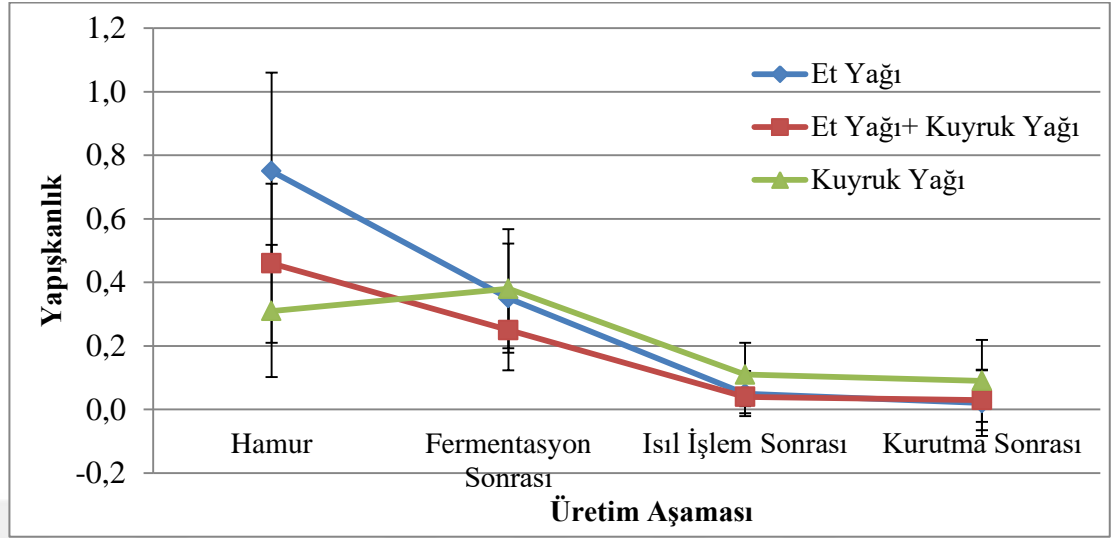
Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen yapışkanlık değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi üretim aşamalarında belirlenen yapışkanlık değerleri genel itibariyle azalmış, bununla birlikte sucuk hamurunda, fermentasyon ve ısıl işlem sonrasında elde edilen ortalama yapışkanlık değerlerinin istatistiki açıdan önemli seviyede farklılık gösterdiği ($P<0,05$), kurutma sonrasında ise istatistiki açıdan bir farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu durum yapışkanlık açısından stabil yapının ısıl işlem sonunda şekillendiğini göstermektedir. Bozkurt and Bayram (2006) sucuğun olgunlaşması sırasındaki tekstürel parametreleri incelemiş ve yapışkanlık değerinin olgunlaşma süresince azaldığını rapor etmişlerdir. Yine Yalınkılıç *et al.* (2016) farklı oranlarda kuyruk yağı kullanılan sucuklarda olgunlaşma boyunca yapışkanlık değerinin azaldığını belirlemişlerdir. Benzer şekilde Kaban ve Kaya (2010) tarafından yapılan bir araştırmada da üretim aşamaları boyunca sucukta yapışkanlık değerlerinin azaldığı bildirilmiştir.

Çizelge 4.30. Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen yapışkanlık değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)

Üretim Aşaması	Yapışkanlık
Sucuk Hamuru	0,51±0,31 ^c
Fermentasyon Sonrası	0,33±0,17 ^b
Isıl İşlem Sonrası	0,07±0,08 ^a
Kurutma Sonrası	0,05±0,11 ^a

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

Isıl işlem görmüş sucukların yapışkanlık değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksyonunun etkisi Şekil 4.5'de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere yapışkanlık değerleri ilerleyen üretim aşamaları boyunca genel itibariyle azalmış ve kurutmanın sonunda en düşük seviyeye ulaşmıştır.



Şekil 4.5. Isıl işlem görmüş sucukların yapışkanlık değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksyonunun etkisi

4.3.3. Elastikiyet

Elastikiyet, bir örneğe uygulanan deforme edici kuvvet ortadan kalktıktan sonra bu örneğin orijinal şeklini kazanabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Bourne 1978). Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen elastikiyet değerleri Çizelge 4.31’de gösterilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi elastikiyet değerlerinde üretim aşamaları boyunca genel itibariyle bir artış söz konusudur.

Çizelge 4.31. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen elastikiyet değerleri (mm)

Muamele	Blok	Üretim Aşamaları			
		Sucuk Hamuru	Fermentasyon Sonrası	Isıl İşlem Sonrası	Kurutma Sonrası
Et Yağı	1	5,14	7,62	8,63	13,32
		4,28	7,88	8,37	15,51
		4,69	7,94	8,50	7,91
		5,20	7,74	8,57	7,82
		4,94	7,69	8,60	7,84
	2	5,03	7,34	8,64	8,31
		12,64	7,62	8,73	8,60
		4,96	7,50	8,53	8,12
		5,13	7,75	8,80	8,08
		5,20	7,64	8,75	8,25
Et Yağı + Kuyruk Yağı	1	5,07	7,09	8,41	7,79
		5,78	8,84	8,46	7,70
		12,97	7,54	8,27	8,02
		5,43	6,93	14,59	8,03
		4,52	7,24	8,20	7,89
	2	4,36	8,00	8,60	8,18
		4,59	7,83	8,72	8,13
		5,10	11,56	8,66	8,32
		5,18	7,58	8,57	8,33
		4,80	9,20	8,84	16,13
Kuyruk Yağı	1	4,53	6,17	8,15	8,29
		4,23	7,38	8,42	8,25
		4,75	6,93	7,98	8,38
		5,14	7,01	8,17	8,18
		5,33	6,54	8,21	8,27
	2	4,62	7,76	8,58	8,29
		5,75	7,27	8,96	8,36
		5,39	7,93	8,73	8,51
		5,62	7,88	8,72	8,41
		5,68	7,59	8,80	8,14

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen elastikiyet değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.32’de gösterilmiştir. Muamele ve muamele × üretim aşaması interaksyonu elastikiyet değerleri üzerinde istatistiki açıdan önemli bir etki göstermezken ($P>0,05$), üretim aşaması çok önemli seviyede ($P<0,01$) etkili olmuştur.

Çizelge 4.32. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen elastikiyet değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	2	5,546	2,147
Üretim Aşaması (ÜA)	3	70,778	27,400**
Blok (B)	1	0,837	0,324
M×ÜA	6	0,703	0,272
Hata	96	2,583	-
Toplam	120	-	-

** $P<0,01$

Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen elastikiyet değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.33’de gösterilmiştir. Isıl işlem sonrasına kadar önemli seviyede ($P<0,05$) artış gösteren ortalama elastikiyet değerleri, kurutma sonrasında ise önemli seviyede bir farklılık göstermemiştir. Yalınkılıç *et al.* (2016) tarafından yapılan bir araştırmada da sucuk hamuruna göre olgunlaştırma sonrasında daha yüksek ortalama elastikiyet değerleri elde edildiği bildirilmiştir. Bununla birlikte Bozkurt and Bayram (2017) sucukta elastikiyet değerlerinin olgunlaştırma süresince düştüğünü, ancak bu düşüşün istatistiki açıdan önemli olmadığını rapor etmişlerdir. Kaban ve Kaya (2010) ise yaptıkları bir araştırmada sucuklarda elastikiyet değerlerinin olgunlaştırmanın 11. gününde düştüğünü belirlemişlerdir. Mevcut bu araştırmada ise, ısı işlem görmüş sucuklardaki elastik yapının esasen fermentasyon ve ısı işlem aşamaları ile şekillendiği ve özellikle de ısı işlem aşaması ile bu elastik yapının stabil bir durum kazandığı görülmektedir.

Çizelge 4.33. Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen elastikiyet değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)

Üretim Aşaması	Elastikiyet
Sucuk Hamuru	5,54±2,02 ^a
Fermentasyon Sonrası	7,70±0,93 ^b
Isıl İşlem Sonrası	8,74±1,13 ^c
Kurutma Sonrası	8,85±2,13 ^c

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

4.3.4. Kohesivlik

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen kohesivlik değerleri Çizelge 4.34’de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.35’de gösterilmiştir. Çizelge 4.35’e göre muamele faktörü kohesivlik değerleri üzerinde önemli seviyede bir etki göstermezken ($P>0,05$), üretim aşaması ve muamele × üretim aşaması interaksyonu ise çok önemli seviyede ($P<0,01$) etkili olmuştur.

Çizelge 4.34. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen kohesivlik değerleri

Muamele	Blok	Üretim Aşamaları			
		Sucuk Hamuru	Fermentasyon Sonrası	Isıl İşlem Sonrası	Kurutma Sonrası
Et Yağı	1	0,44	0,62	0,57	0,53
		0,37	0,60	0,53	0,53
		0,45	0,62	0,57	0,55
		0,46	0,61	0,58	0,56
		0,41	0,63	0,55	0,56
	2	0,43	0,58	0,60	0,59
		0,51	0,60	0,62	0,62
		0,46	0,61	0,62	0,59
		0,44	0,60	0,63	0,59
		0,46	0,60	0,61	0,58

Çizelge 4.34. (devam)

Et Yağı + Kuyruk Yağı	1	0,43	0,62	0,50	0,48
		0,45	0,62	0,52	0,46
		0,54	0,63	0,53	0,52
		0,49	0,65	0,50	0,53
		0,38	0,63	0,56	0,00
	2	0,40	0,64	0,66	0,64
		0,36	0,63	0,63	0,60
		0,50	0,66	0,62	0,63
		0,43	0,62	0,62	0,62
		0,42	0,67	0,66	0,64
Kuyruk Yağı	1	0,37	0,52	0,50	0,60
		0,43	0,60	0,60	0,62
		0,40	0,57	0,50	0,62
		0,50	0,62	0,55	0,63
		0,46	0,61	0,51	0,64
	2	0,43	0,65	0,62	0,63
		0,48	0,63	0,63	0,61
		0,46	0,67	0,65	0,64
		0,46	0,68	0,64	0,66
		0,49	0,66	0,63	0,67

Çizelge 4.35. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen kohesivlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	2	0,009	2,935
Üretim Aşaması (ÜA)	3	0,179	61,538**
Blok (B)	1	0,094	32,101**
M×ÜA	6	0,010	3,437**
Hata	96	0,003	-
Toplam	120	-	-

**P<0,01

Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen kohesivlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.36'da gösterilmiştir. Elde edilen ortalama kohesivlik değerlerinin fermentasyon sonrası arttığı, ısıl işlem sonrasında ise azaldığı görülmektedir. Bu durumun fermentasyon aşamasında ulaşılan

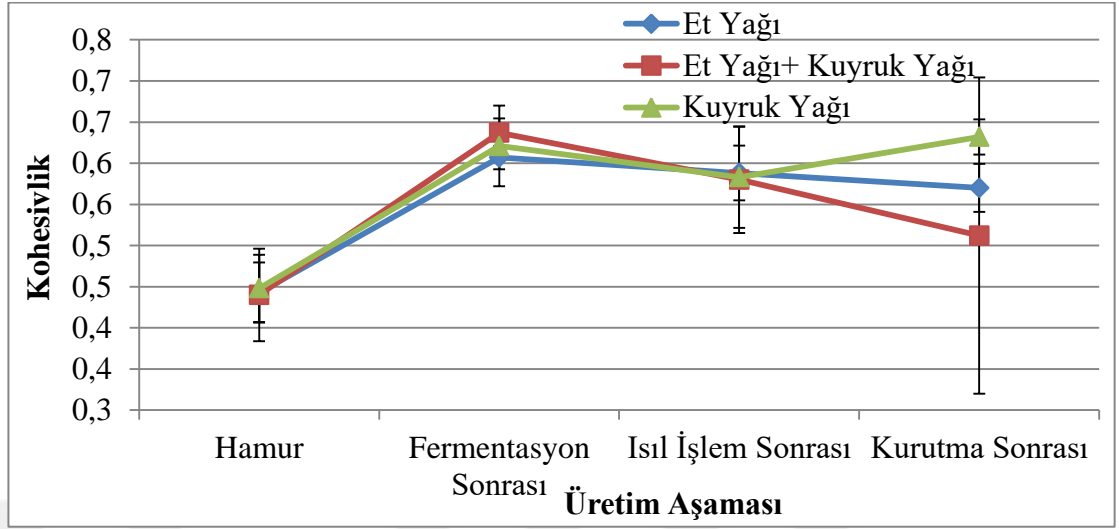
izoelektrik pH neticesinde et proteinlerinde meydana gelen jelleşmeden, daha sonrasında ise ısıtma işlemi aşamasındaki protein denatürasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Böylece ısıtma işlemi aşamasından sonra yapılan kurutmaya sonunda da kohesivlik değerlerinin değişmediği gözlenmektedir. Yalınkılıç *et al.* (2016) tarafından yapılan bir çalışmada olgunlaşmanın ilk üç gününde sucuk örnekleri için belirlenen kohesivlik değerinin arttığı ve bu durumun proteinlerde meydana gelen jelleşmeden kaynaklandığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada daha sonraki günlerde ise kohesivlik değerinin gittikçe azaldığı tespit edilmiştir. Kaban ve Kaya (2010)'da yapmış oldukları çalışmada kohesivlik değerlerinin olgunlaştırma süresi ilerledikçe düştüğünü rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.36. Isıtma işlemi görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen kohesivlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)

Üretim Aşaması	Kohesivlik
Sucuk Hamuru	0,44±0,04 ^a
Fermentasyon Sonrası	0,62±0,03 ^c
Isıtma İşlem Sonrası	0,58±0,05 ^b
Kurutma Sonrası	0,57±0,12 ^b

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

Isıtma işlemi görmüş sucukların kohesivlik değerleri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi Şekil 4.6'da gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi ortalama kohesivlik değerleri ısıtma işlemi aşamasına kadar bütün gruplar için benzer olmasına rağmen, kurutma sonrasında farklılık göstermiştir. Kurutma sonrasında en yüksek değerler kuyruk yağı kullanılan grupta elde edilmişken, en düşük değerler et yağı ile kuyruk yağının birlikte kullanıldığı grup için belirlenmiştir.



Şekil 4.6. Isıl işlem görmüş sucukların kohesivlik değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi

4.3.5. Sakızimsılık

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen sakızimsılık değerleri Çizelge 4.37’de gösterilmiştir. Üretim aşamaları boyunca sakızimsılık değerleri artış göstermiştir. Başlangıçta 1 civarında olan bu değerler kurutmadan sonra ortalama 30 civarına kadar yükselmiştir. En fazla artışın %100 et yağı kullanılan grupta, en az artışın ise %100 kuyruk yağı kullanılan grupta olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.37. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen sakızimsılık değerleri

Muamele	Blok	Üretim Aşamaları			
		Sucuk Hamuru	Fermentasyon Sonrası	Isıl İşlem Sonrası	Kurutma Sonrası
Et Yağı	1	1,35	6,73	20,56	35,24
		0,95	7,00	20,64	36,30
		1,19	6,89	23,15	37,76
		1,23	5,68	22,07	38,32
		1,08	6,45	21,80	37,98
	2	1,16	7,42	23,03	37,35
		1,25	6,21	24,92	49,12
		1,18	7,05	25,19	40,14
		1,35	7,65	25,76	38,19
		1,29	6,59	23,44	36,34
Et Yağı + Kuyruk Yağı	1	0,88	3,99	11,61	18,74
		1,11	3,90	14,18	17,26
		1,06	4,98	15,98	19,13
		0,99	3,23	11,84	23,79
		0,59	4,18	11,90	0,00
	2	0,83	5,81	16,51	33,07
		0,59	6,05	18,55	30,52
		1,05	6,42	19,63	36,08
		0,95	5,63	19,77	30,78
		1,03	4,91	19,81	27,26
Kuyruk Yağı	1	0,59	3,05	11,77	19,59
		0,64	3,58	13,53	19,94
		0,71	3,07	11,45	21,16
		0,83	3,07	11,84	21,63
		0,95	2,20	9,59	19,26
	2	0,74	4,86	13,96	23,37
		1,09	3,80	16,03	25,70
		1,08	5,01	18,08	29,04
		0,92	5,40	18,14	33,40
		1,05	4,01	14,40	27,69

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen sakızimsılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge

4.38'de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre muamele, üretim aşaması ve muamele × üretim aşaması interaksyonu, sakızimsılık değerleri üzerine çok önemli seviyede ($P<0,01$) etkili olmuştur.

Çizelge 4.38. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen sakızimsılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	2	553,705	86,031**
Üretim Aşaması (ÜA)	3	4769,051	740,979**
Blok (B)	1	394,183	61,245**
M×ÜA	6	143,719	22,330**
Hata	96	6,436	-
Toplam	120	-	-

** $P<0,01$

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların sakızimsılık değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.39'da gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere %100 et yağının kullanıldığı grup istatistiki açıdan diğer gruplardan farklı bulunmuştur. En yüksek ortalama sakızimsılık değeri %100 et yağının kullanıldığı grup için elde edilmişken, diğer gruplarda daha düşük ortalama değerler belirlenmiştir. Kaban ve Kaya (2010)'da bu çalışmadakine benzer şekilde kuyruk yağı kullanımının sakızimsılık değerlerini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Toptancı (2007) ise yaptığı bir çalışmada ısıl işlem görmüş sucukların sakızimsılık değerlerinin geleneksel yöntemle üretilenlere göre daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Çizelge 4.39. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların sakızimsılık değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)

Muamele	Sakızimsılık
Et Yağı	17,43±15,00 ^b
Et Yağı + Kuyruk Yağı	11,36±10,56 ^a
Kuyruk Yağı	10,66±9,64 ^a

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

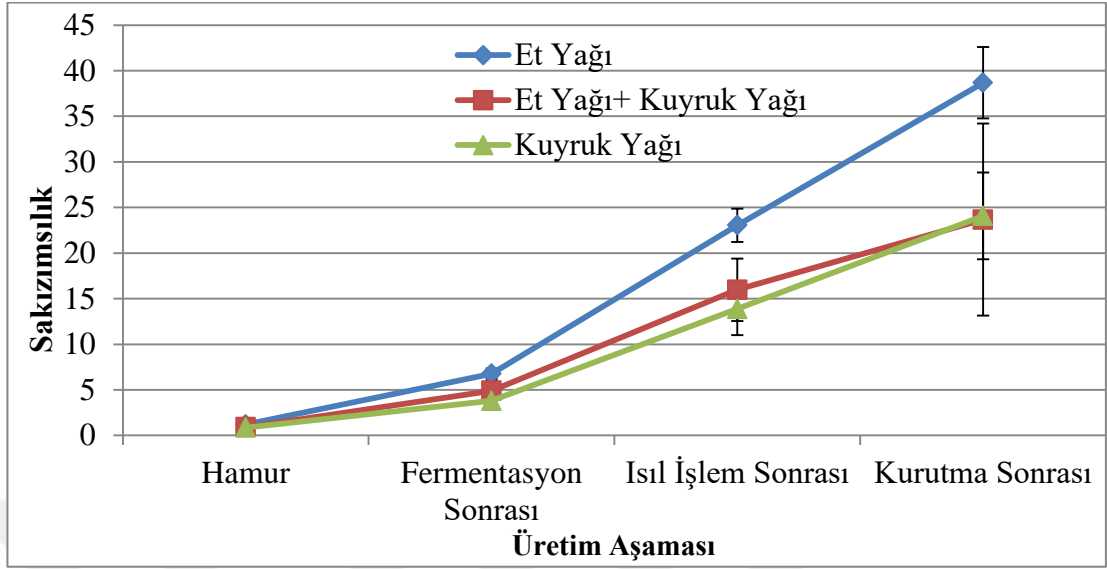
Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen sakızimsılık değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.40'da gösterilmiştir. Çizelgeye göre sakızimsılık değerleri üretim aşamaları ilerledikçe artış göstermiştir. Bu durumun, üretim aşamaları boyunca sucuklarda meydana gelen nem kaybı ile proteinlerde meydana gelen değişimlerin ortak bir sonucu olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir. Yalınkılıç *et al.* (2016) ile Kaban ve Kaya (2010)'da yapmış oldukları çalışmalarda olgunlaşma süresi ilerledikçe sakızimsılık değerlerinin arttığını tespit etmişlerdir. Lorenzo *et al.* (2012) ise yaptığı bir araştırmada salchichon olarak adlandırılan geleneksel kuru kür edilmiş fermente sosislerde olgunlaşma süresince sakızimsılık değerlerinin arttığını tespit etmiştir.

Çizelge 4.40. Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen sakızimsılık değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05)

Üretim Aşaması	Sakızimsılık
Sucuk Hamuru	0,99±0,22 ^a
Fermentasyon Sonrası	5,16±1,52 ^b
Isıl İşlem Sonrası	17,64±4,81 ^c
Kurutma Sonrası	28,81±9,83 ^d

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

Isıl işlem görmüş sucukların sakızimsılık değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi Şekil 4.7'de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere başlangıçta et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılan bütün gruplarda sakızimsılık değerleri yaklaşık olarak aynıken, devam eden üretim aşamalarında yine bütün gruplar için artış göstermiştir. Bununla birlikte %100 et yağı kullanılan grupta sakızimsılık değerinin daha yüksek oranda artış gösterdiği de görülmektedir.



Şekil 4.7. Isıl işlem görmüş sucukların sakızimsılık değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi

4.3.6. Çiğnenebilirlik

Tekstürel parametrelerden biri olan çiğnenebilirlik, bir örneğin çiğnenmesi için harcanan enerji olarak tanımlanabilmektedir (Bourne 1978). Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen çiğnenebilirlik değerleri Çizelge 4.41’de gösterilmiştir. Buna göre çiğnenebilirlik değerlerinin genel itibariyle üretim aşamaları boyunca artış gösterdiğini ve %100 et yağı kullanılan grupta daha yüksek çiğnenebilirlik değerlerinin elde edildiğini söyleyebilmek mümkündür.

Çizelge 4.41. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen çığnenebilirlik değerleri

Muamele	Blok	Üretim Aşamaları			
		Sucuk Hamuru	Fermentasyon Sonrası	Isıl İşlem Sonrası	Kurutma Sonrası
Et Yağı	1	6,90	51,30	177,40	469,40
		4,10	55,20	172,70	563,10
		5,60	54,70	196,80	298,70
		6,40	43,90	189,10	299,60
		5,30	49,60	187,50	297,80
	2	5,80	54,40	198,90	310,30
		15,80	47,30	217,60	422,40
		5,80	52,90	214,90	326,00
		6,90	59,20	226,70	308,50
		6,70	50,40	205,10	299,80
Et Yağı + Kuyruk Yağı	1	4,50	28,30	97,70	146,00
		6,40	34,50	120,00	132,90
		13,80	37,60	132,20	153,40
		5,40	22,40	172,80	191,10
		2,70	30,20	97,60	0,00
	2	3,60	46,50	142,00	270,50
		2,70	47,30	161,70	248,10
		5,40	74,20	170,00	300,20
		4,90	42,70	169,40	256,40
		4,90	45,20	175,10	439,70
Kuyruk Yağı	1	2,70	18,80	95,90	162,40
		2,70	26,40	114,00	164,50
		3,30	21,30	91,40	177,30
		4,30	21,50	96,70	176,90
		5,10	14,40	78,70	159,30
	2	3,40	37,70	119,70	193,80
		6,30	27,60	143,60	214,90
		5,80	39,80	157,80	247,10
		5,20	42,60	158,20	280,90
		6,00	30,40	126,70	225,40

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen çığnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge

4.42'de gösterilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre muamele, üretim aşaması ve muamele × üretim aşaması interaksyonu çiğnenebilirlik değerleri üzerinde çok önemli seviyede ($P<0,01$) etkiye sahiptir.

Çizelge 4.42. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	2	49562,502	36,315**
Üretim Aşaması (ÜA)	3	394516,829	289,065**
Blok (B)	1	24555,963	17,992**
M×ÜA	6	15583,844	11,418**
Hata	96	1364,802	-
Toplam	120	-	-

** $P<0,01$

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.43'de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre %100 kuyruk yağının kullanıldığı grup diğer gruplardan istatistiki açıdan farklılık göstermiş ve en yüksek ortalama çiğnenebilirlik değerleri de yine %100 et yağı kullanılan grup için elde edilmiştir. Böylece ısıl işlem görmüş sucuk üretiminde kuyruk yağı kullanımının çiğnenebilirlik değerini düşürdüğünü söyleyebilmek mümkündür. Kaban ve Kaya (2010) tarafından yapılan bir araştırmada da sucuk üretiminde kuyruk yağı kullanımının çiğnenebilirlik değerlerini düşürdüğü bildirilmiştir.

Çizelge 4.43. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)

Muamele	Çiğnenebilirlik
Et Yağı	154,26±147,14 ^b
Et Yağı + Kuyruk Yağı	101,00±102,44 ^a
Kuyruk Yağı	87,76±82,26 ^a

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

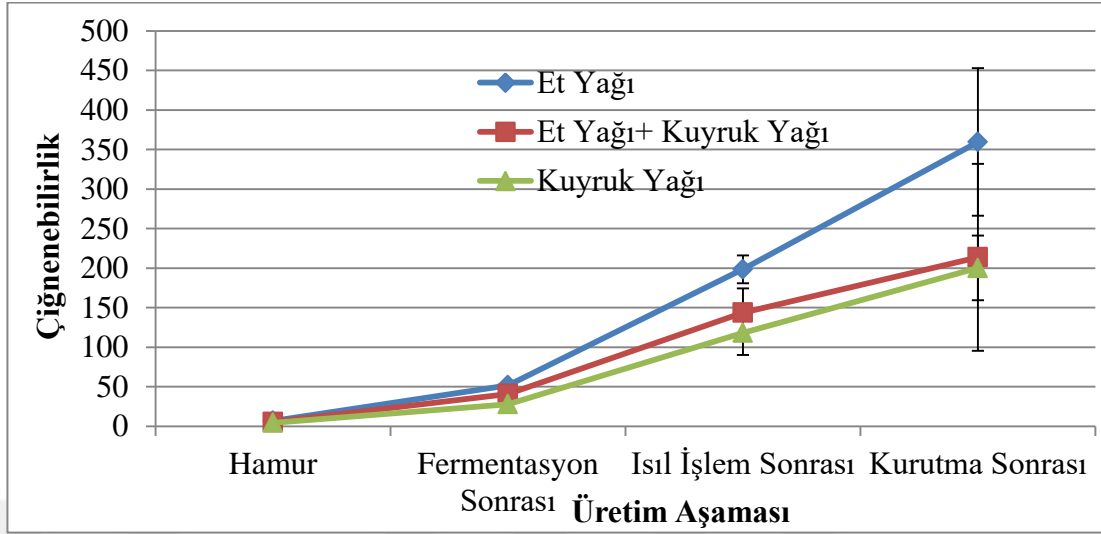
Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.44'de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre çiğnenebilirlik değerleri her bir üretim aşaması sonunda önemli seviyede ($P<0,05$) artış göstermiş ve en yüksek değerler kurutma aşaması sonunda elde edilmiştir. Konu ile ilgili yapılan diğer bazı araştırmalarda da çiğnenebilirlik değerinin olgunlaştırma süresi boyunca artış gösterdiği bildirilmiştir (Bozkurt ve Bayram 2006; Gonzalez–Fernandez *et al.* 2006; Kaban ve Kaya 2010; Yalınkılıç *et al.* 2016). Üretim aşamaları boyunca çiğnenebilirlik değerlerinde meydana gelen artışın örneklerdeki nem kaybı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.44. Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)

Üretim Aşaması	Çiğnenebilirlik
Sucuk Hamuru	5,61±2,83 ^a
Fermentasyon Sonrası	40,28±14,02 ^b
Isıl İşlem Sonrası	153,60±42,40 ^c
Kurutma Sonrası	257,88±113,72 ^d

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

Isıl işlem görmüş sucukların çiğnenebilirlik değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi Şekil 4.8'de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere çiğnenebilirlik değerleri üretim aşamaları boyunca artış göstermiştir. Bununla birlikte özellikle fermentasyon aşaması sonrasında %100 et yağı kullanılan grubun çiğnenebilirlik değerlerinde daha yüksek oranda bir artışın meydana geldiği görülmektedir. Bu durum sertlik ve sakızimsılık parametreleri için de benzerlik göstermektedir. Böylece ısı işlem görmüş sucukta sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik parametrelerinin gelişimi açısından ısı işlem ve kurutma aşamalarının önemli bir rol üstlendiğini söyleyebilmek mümkündür.



Şekil 4.8. Isıl işlem görmüş sucukların çiğnenebilirlik değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi

4.3.7. Esneklik

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen esneklik değerleri Çizelge 4.45’de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere üretim aşamaları boyunca esneklik değerleri genel itibariyle artış göstermiştir.

Çizelge 4.45. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen esneklik değerleri

Muamele	Blok	Üretim Aşamaları			
		Sucuk Hamuru	Fermentasyon Sonrası	Isıl İşlem Sonrası	Kurutma Sonrası
Et Yağı	1	0,16	0,19	0,23	0,18
		0,16	0,19	0,22	0,18
		0,16	0,21	0,25	0,21
		0,15	0,19	0,26	0,19
		0,14	0,21	0,23	0,20
	2	0,12	0,19	0,28	0,25
		0,13	0,20	0,29	0,27
		0,15	0,20	0,32	0,22

Çizelge 4.45. (devam)

		0,15	0,20	0,31	0,24
		0,12	0,20	0,30	0,22
Et Yağı + Kuyruk Yağı	1	0,13	0,22	0,21	0,17
		0,15	0,21	0,23	0,18
		0,17	0,21	0,25	0,20
		0,19	0,22	0,22	0,20
		0,14	0,22	0,24	0,97
	2	0,17	0,22	0,33	0,26
		0,15	0,22	0,32	0,23
		0,18	0,25	0,32	0,25
		0,14	0,22	0,33	0,26
		0,12	0,26	0,33	0,26
Kuyruk Yağı	1	0,15	0,19	0,22	0,25
		0,20	0,20	0,27	0,27
		0,14	0,18	0,24	0,27
		0,18	0,22	0,24	0,27
		0,14	0,18	0,24	0,28
	2	0,18	0,26	0,30	0,26
		0,17	0,24	0,31	0,26
		0,20	0,26	0,32	0,28
		0,15	0,27	0,30	0,29
		0,16	0,24	0,30	0,30

Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen esneklik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.46'da gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre muamele ile muamele × üretim aşaması interaksyonu esneklik değerleri üzerinde önemli seviyede ($P>0,05$) etkili değilken, üretim aşaması faktörü çok önemli seviyede ($P<0,01$) etkili olmuştur.

Çizelge 4.46. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen esneklik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	2	0,012	2,254
Üretim Aşaması (ÜA)	3	0,087	16,305**
Blok (B)	1	0,013	2,469
M×ÜA	6	0,003	0,588
Hata	96	0,005	-
Toplam	120	-	-

**P<0,01

Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen esneklik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.47’de gösterilmiştir. Buna göre en düşük ortalama esneklik değeri sucuk hamurunda belirlenmişken, fermentasyon ve ısı işlem sonrasında esneklik değerinin arttığı, kurutma sonrasında ise değişmediği görülmektedir. Yalınkılıç *et al.* (2016) kuyruk yağı kullanılarak üretilen sucuklarda esneklik değerinin ilk üç gün sonunda önemli seviyede arttığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre ısı işlem görmüş sucuk üretiminde, esneklik parametresinin esasen fermentasyon ve ısı işlem aşamalarında şekillendiğini ve daha sonra ise stabil bir yapı kazandığını söyleyebilmek mümkündür.

Çizelge 4.47. Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen esneklik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05)

Üretim Aşaması	Esneklik
Sucuk Hamuru	0,16±0,02 ^a
Fermentasyon Sonrası	0,22±0,03 ^b
Isıl İşlem Sonrası	0,27±0,04 ^c
Kurutma Sonrası	0,26±0,14 ^c

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

5. SONUÇ

Araştırma, ısıtıl işlem görmüş sucuk üretiminde kuyruk yağı kullanımının ürünün bazı fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyuşsal özellikleri üzerine etkilerinin üretim aşamaları boyunca belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaca yönelik olarak üç farklı oranda (%100 et yağı, %50 et yağı+%50 kuyruk yağı, %100 kuyruk yağı) et yağı ve/veya kuyruk yağı içeren ısıtıl işlem görmüş sucuk üretilmiş ve üretim aşamalarında (sucuk hamuru, fermentasyon sonrası, ısıtıl işlem sonrası ve kurutma sonrası) alınan örneklerde fiziko-kimyasal (pH, nem, a_w ve TBARS) ve tekstürel (sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, kohesivlik, esneklik, çiğnenebilirlik, sakızimsılık) özellikler incelenmiştir. Son üründe ise renk özellikleri (L^* , a^* ve b^*) belirlenmiş ve duyuşsal analiz gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilere istatistikî analiz uygulanmış ve aşağıdaki genel sonuç ve önerilere varılmıştır.

1. pH değeri üretimde kullanılan et yağı ve/veya kuyruk yağı kombinasyonundan ve üretim aşaması faktöründen çok önemli seviyede etkilenmiştir. %100 kuyruk yağı kullanılan ısıtıl işlem görmüş sucuklarda daha düşük pH değerleri elde edilmiştir. Diğer yandan pH değerinin fermentasyon sonunda önemli seviyede düştüğü, daha sonraki aşamalarda ise kısmen artarak son üründe ortalama 5,30 seviyesine ulaştığı tespit edilmiştir. Böylece ısıtıl işlem görmüş sucuk üretiminde kuyruk yağı kullanımının pH değerini düşürdüğünü ve üretimde esasen fermentasyon aşamasının pH değeri üzerinde kritik bir rol oynadığını söyleyebilmek mümkündür.

2. Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliğı'ne göre ısıtıl işlem görmüş sucukta nem değeri en fazla %50 olmalıdır. Mevcut bu araştırmada da bütün sucuk örneklerinde nem içeriğı bu değerin altında bulunmuştur. Diğer yandan et yağı ve kuyruk yağının birlikte kullanıldığı ısıtıl işlem görmüş sucuklarda nem içeriğinin daha yüksek olduğu ve tüm örnekler için ise üretim aşamaları boyunca nem içeriğinin azaldığı gözlenmiştir.

3. Araştırmada üretim aşamalarına bağlı olarak a_w değerinde dūřuřler tespit edilmiştir. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanımını da a_w değerini çok önemli dūzeyde etkilemiştir. Isıl işlem görmüş sucuk üretiminde kuyruk yağı kullanımının a_w değerinde artışa neden olduğu gözlenmiştir.

4. Isıl işlem görmüş sucuklarda belirlenen TBARS değerleri üretim aşamaları boyunca artış göstermiş ve kurutma sonrasında en yüksek değere ulaşmıştır. Bununla birlikte et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanımının TBARS değerleri üzerinde etkili olmadığı tespit edilmiştir. Bu da kuyruk yağı kullanımının üründeki oksidasyon derecesine etki etmediğini göstermektedir.

5. Renk parametreleri sadece kurutma sonrasında belirlenmiş ve örneklerin L^* , a^* , b^* değerleri arasında istatistiki açıdan bir farklılık olmadığı gözlenmiştir. Bu durum ısıl işlem görmüş sucuk üretiminde kuyruk yağı kullanımının renk üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

6. Duyusal analiz sonuçlarına göre et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanımı renk, tekstür, koku, tat ve genel kabul edilebilirlik parametrelerinin tamamını çok önemli seviyede etkilemiştir. En yüksek ortalama puanlar %100 et yağı ile %50 et yağı+%50 kuyruk yağı kullanılan gruplarda elde edilmişken, en dūřük ortalama puanları %100 kuyruk yağının kullanıldığı grup almıştır. Bu da duyusal açıdan %100 kuyruk yağı kullanılan sucukların diğer gruplara göre daha az beğenildiğini göstermektedir. Bununla birlikte ısıl işlem görmüş sucuk üretiminde, kuyruk yağının et yağı ile birlikte kullanımının duyusal açıdan kabul edilebilir olduğunu söyleyebilmek mümkündür.

7. Sertlik değeri bütün gruplarda üretim aşamaları boyunca artış göstermiş ve kurutma sonrasında en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bu durumun üretim aşamaları boyunca meydana gelen nem içeriğindeki azalmadan kaynaklandığı dūřünölmektedir. Dięer yandan en yüksek sertlik değerleri kontrol grubunda elde edilmişken, kuyruk yağı kullanım oranı arttıça sertlik değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre

kuyruk yağı kullanımının ısıtıl işlem görmüş sucukta sertlik değerini azalttığını söyleyebilmek mümkündür.

8. Örneklerin yapışkanlık değerleri üzerinde et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanımı önemli bir etki gösterirken, üretim aşaması faktörü ise çok önemli etkiye sahip olmuştur. En yüksek ortalama yapışkanlık değerleri %100 et yağı kullanılan grupta, en düşük yapışkanlık değerleri ise %50 et yağı+%50 kuyruk yağı kullanılan grupta tespit edilmiştir. Ayrıca, yapışkanlık değerinin üretim aşamalarından ısıtıl işlem sonrasına kadar gittikçe azaldığı gözlenmektedir. Bu durum yapışkanlık açısından stabil yapının ısıtıl işlem sonunda şekillendiğini göstermektedir.

9. Et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanımının örneklerin elastikiyet değerleri üzerinde önemli seviyede etkili olmadığı, fakat üretim aşaması faktörünün çok önemli seviyede etkiye sahip olduğu görülmektedir. Elastikiyet değerinin üretim aşamalarından ısıtıl işlem sonrasına kadar artış gösterdiği gözlenmiştir. Böylece elastikiyet parametresi üzerinde özellikle fermentasyon ve ısıtıl işlem aşamalarının önemli rol oynadığını söyleyebilmek mümkündür.

10. Kohesivlik değerleri üzerinde üretim aşaması faktörü çok önemli seviyede etkili olmuştur. Fermentasyon sonrasında ortalama kohesivlik değerleri artarken ısıtıl işlem sonrasında azalmış, kurutma sonrasında ise değişmemiştir. Fermentasyon sonrasında kohesivlik değerlerindeki artışın proteinlerdeki jelleşmeden, ısıtıl işlem sonrasındaki azalmanın ise protein denatürasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

11. Isıtıl işlem görmüş sucuk örneklerinin sakızimsılık değerleri üzerinde hem et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanımı hem de üretim aşaması faktörü çok önemli seviyede etkiye sahip olmuştur. En yüksek sakızimsılık değerleri %100 et yağı kullanılan örneklerde elde edilmişken, kuyruk yağı kullanımı bu değeri düşürmüştür. Bununla birlikte sakızimsılık değerinin üretim aşamaları boyunca gittikçe arttığı tespit edilmiştir.

12. Örneklerin çiğnenebilirlik değerleri de üretim aşamaları boyunca artmış ve kurutma sonrasında en yüksek değere ulaşmıştır. En yüksek çiğnenebilirlik değerleri kontrol grubunda elde edilmiş ve kuyruk yağı kullanımı ile çiğnenebilirlik değerleri azalmıştır.

13. Esneklik parametresi üzerinde üretim aşaması faktörü çok önemli etkiye sahipken, et yağı ve/veya kuyruk yağı kullanımı önemli bir etki göstermemiştir. En düşük ortalama esneklik değeri sucuk hamurunda belirlenmişken, fermentasyon ve ısıl işlem sonrasında esneklik değerinin arttığı, kurutma sonrasında ise değişmediği gözlenmiştir.

Sonuç olarak; ısıl işlem görmüş sucuk üretiminde kuyruk yağı kullanımının fiziko-kimyasal özelliklerden pH, nem ve a_w üzerinde, tekstürel parametrelerden ise sertlik, yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik parametreleri üzerinde önemli seviyede etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca duyu analizi sonuçlarına göre kuyruk yağı kullanımı tüm duyu parametreleri açısından beğeniyi azaltmıştır. Neticede ısıl işlem görmüş sucuk üretiminde en iyi sonuçların %100 et yağı kullanılan örneklerde elde edildiği ve kuyruk yağının ancak et yağı ile birlikte kullanımının uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Üretim aşaması faktörü ise hem fiziko-kimyasal hem de tekstürel özellikler üzerinde önemli seviyede etkili olmuştur. Özellikle fermentasyon ve ısıl işlem aşamalarının tekstürel parametrelerin şekillenmesi açısından büyük bir öneme sahip olduğunu söyleyebilmek mümkündür. Bununla birlikte ısıl işlem görmüş sucuk üretiminde fermentasyon, ısıl işlem ve kurutma aşamaları için farklı işlem şartlarının denendiği ve bu şekilde elde edilen ürünlerde tekstürel parametrelerin incelendiği yeni araştırmalara ihtiyaç olduğu da düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aksu, M.İ., 2009. Fatty acid composition of beef intermuscular, sheep tail, beef kidney fats and its effects on shelf life and quality properties of kavurma. *Journal of Food Science*. Vol.74, Nr.2, 65-72.
- Andres, S.C., Garcia, M.E., Zaritzky, N.E., Califano, A.N., 2006. Storage stability of low-fat chicken sausages. *Journal of Food Engineering*. 72, 311-319.
- Anonim, 2012. Türk gıda kodeksi et ve et ürünleri tebliği. Tebliğ No:2012/74. Sayı:28488. Ankara.
- Ay, A., 2015. Soğuk pres yağlar ilave edilerek üretilen fermente sucukların fiziko-kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Aydın, K., 2017. Kuyruk yağı kullanımının ısı işlem görmüş sucuğun yağ asidi kompozisyonu ve diğer bazı özelliklerine etkileri. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, Erzurum.
- Bayrak, D., 2012. Hindi eti kullanımının ısı işlem uygulanmış sucuk benzeri ürünün kalitatif özelliklerine etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, Erzurum.
- Baysal, A., 2013. Genel beslenme. Hatipoğlu Yayınları:14, Beslenme ve Diyetetik Dizisi:07, 15. Baskı, Ankara.
- Biesalski, H.-K., 2005. Meat as a component of a healthy diet- Are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? *Meat Science*. 70, 509-524.
- Bourne, M.C., 1978. Texture profile analysis. *Food Technology*. 32(7), 62-66.
- Bozkurt, H., Bayram, M., 2006. Colour and textural attributes of sucuk during ripening. *Meat Science*. 73, 344-350.
- Corral, S., Salvador, A., Bellach, C., Flores, M., 2014. Effect of fat and salt reduction on the sensory quality of slow fermented sausages inoculated with *Debaryomyces hansenii* yeast. *Food Control*. 45, 1-7.
- Crehan, C.M., Hughes, E., Troy, D.J., Buckley, D.J., 2000. Effects of fat level and maltodextrin on functional properties of frankfurters formulated with 5, 12 and 30 % fat. *Meat Science*. 55, 463-469.
- Çakır, M.A., 2010. Isıl işlem uygulamasının sucuğun uçucu bileşikleri ve diğer kalitatif özelliklerine etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, Erzurum.
- Çakır, M.A., Kaya, M. and Kaban, G., 2013. Effect of heat treatment on the volatile compound profile and other qualitative properties of sucuk. *Fleischwirtschaft International* (5), 69-74.
- Dertli, E., Yılmaz, M.T., Tatlısu, N.B., Toker, O.S., Cankurt, H., Sağdıç, O., 2016. Effects of in situ exopolysaccharide production and fermentation conditions on physicochemical, microbiological, textural and microstructural properties of Turkish- type fermented sausage (sucuk). *Meat Science*. 121, 156-165.
- Dilber, A., 2012. Koyun mekanik ayrılmış tavuk ve hindi etlerinin sucuğun bazı fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerine etkisinin optimizasyonu. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya.

- Doğu, M., Çon, A.H., Gökalp, H.Y., 2002. Afyon ilindeki yüksek kapasiteli et işletmelerinde üretilen sucukların bazı kalite özelliklerinin periyodik olarak belirlenmesi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 26, 1-9.
- Ekici, L., Öztürk, İ., Karaman, S., Çalışkan, Ö., Tarnuk, F., Sağdıç, O., Yetim, H., 2015. Effects of black carrot concentrate on some physicochemical, textural, bioactive, aroma and sensory properties of sucuk, a traditional Turkish dry- fermented sausage. *LWT-Food Science and Technology*. 62, 718-726.
- Ercoskun, H., 2014. Effect of cheese as a fat replacer in fermented sausage. *Journal of Food Science and Technology*. 51 (8) : 1588-1593.
- Ertaş, N., Doğruer, Y., 2010. Besinlerde tekstür. *Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*. 7(1), 35-42.
- Gonzalez- Fernandez, C., Santos, E.M., Raviro, J., Jaime, I., 2006. The effect of sugar concentration and starter culture on instrumental and sensory textural properties of chorizo-Spanish dry-cured sausage. *Meat Science*. 74, 467-475.
- Gök, V., 2006. Antioksidan kullanımının fermente sucukların bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara*.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö. 2010. Et ve ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu. Atatürk Üniv. Yayın No: 751, Ziraat Fak. Yayın No: 318, Ders Kitapları Serisi No: 63, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ofset Tesisi, Erzurum.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Zorba, Ö., 2012. Et ürünleri işleme mühendisliği. Atatürk Üniversitesi, Yayın No: 786, Ziraat Fakültesi Yayın No: 320, Ders Kitapları Serisi: 70, Atatürk Üniv. Ziraat fak. Ofset Tesisi, Erzurum.
- Herrero, A.M., Ordonez, J.A., Avila, R., Herranz, B., Hoz, L., Cambero, M.I., 2007. Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) and physicochemical characteristics. *Meat Science*. 77, 331-338.
- Higgs, J.D., 2000. The changing nature of red meat: 20 years of improving nutritional quality. *Trends in Food Science & Technology*. 11, 85-95.
- Kaban, G., 2007. Geleneksel olarak üretilen sucuklardan Laktik asit bakterileri ile Katalaz pozitif kokların izolasyonu- identifikasyonu, üretimde kullanılabilme imkanları ve uçucu bileşikler üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum*.
- Kaban, G., 2010. Volatile compounds of traditional Turkish dry fermented sausage (sucuk). *International Journal of Food Properties*. 13:525-534.
- Kaban, G., 2013. Sucuk and Pastırma: Microbiological changes and formation of volatile compounds. *Meat Science*. 95, 912-918.
- Kaban, G., Bayrak, D., 2015. The effects of using Turkey meat on qualitative properties of heat- treated sucuk. *Czech Journal of Food Sciences*. 33,(4): 377-383.
- Kaban, G., Kaya, M., 2006. Effect of starter culture on growth of *Staphylococcus aureus* in sucuk. *Science Direct. Food Control*, 17, 797-801.
- Kaban, G., Kaya, M., 2007. *Staphylococcus xylosus* ve *Lactobacillus plantarum* suşlarının sucuğun duyusal özellikleri ve renk değerleri üzerine etkileri. *Atatürk Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 38 (1), 83-89.

- Kaban, G., Kaya, M., 2009. Effects of *Lactobacillus plantarum* and *Staphylococcus xylosus* on the quality characteristics of dry fermented sausage "Sucuk". Journal of Food Science. Vol. 74, Nr.1.
- Kaban, G., Kaya, M., 2010. Farklı proses şartlarında olgunlaştırılan sucukların uçucu bileşikleri ve diğer kalitatif özellikleri, TÜBİTAK TOGAV (107 O 769) Sonuç Raporu.
- Kaya, M., Gökalp, H.Y., 2004. Farklı Laktik starter kültürler kullanılarak üretilen sucuklarda *Listeria monocytogenes*'in davranışı. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 28, 1113-1120.
- Kaya, M., Kaban, G., 2016. Fermente et ürünleri. Gıda Biyoteknolojisi, Ed. N. Aran, ss. 157-190, Nobel Yayıncılık, İstanbul.
- Kaya, M., Güllüce, M., Kaban, G., Karadayı, M., Sayın, B., Çınar, K., 2017. Geleneksel sucuklardan izole edilen laktik asit bakteri ve koagülaz negatif stafilokok suşlarının starter kültür olarak kullanım imkanları, TAGEM/13/AR-GE/7.
- Kaya, M., 2017. Et bilimi ve teknolojisi ders notu. Atatürk Üniversitesi.
- Kılıç, B., 2009. Current trends in traditional Turkish meat products and cuisine. LWT- Food Science and Technology. 42, 1581-1589.
- Kılıç, B., Özer, C.O., 2017. Effects of replacement of beef fat with interesterified palm kernel oil on the quality characteristics of Turkish dry-fermented sausage. Meat Science. 131, 18-24.
- Lee, C.H., Chin, K.B., 2016. Effects of pork gelatin levels on the physicochemical and textural properties of model sausages at different fat levels. LWT- Food Science and Technology. 74, 325-330.
- Lemon, D.W., 1975. An improved TBA test for rancidity new series circular. No:51. Halifax- Laboratory, Halifax, Nova Scotia.
- Luo, Z., Xu, Z., 2011. Characteristics and application of enzyme- modified carboxymethyl starch in sausages. LWT- Food Science and Technology. 44, 1993-1998.
- Lorenzo, J.M., Temperon, S., Bermudez, R., Cobas, N., Purrinos, L., 2012. Changes in physico-chemical, microbiological, textural and sensory attributes during ripening of dry-cured foal salchichon. Meat Science. 90, 194-198.
- Muguerza, E., Gimeno, O., Ansorena, D., Bloukas, J.G., Astiasaran, I., 2001. Effect of replacing pork backfat with pre-emulsified olive oil on lipid fraction and sensory quality of Chorizo de Pamplona- a traditional Spanish fermented sausage. Meat Science. 59, 251-258.
- Nas, S., Gökalp, H.Y., Ünsal, M., 2001. Bitkisel yağ teknolojisi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları Yayın No: 005. 3. Baskı, Denizli.
- Olivares, A., Navarro, J.L., Salvador, A., Flores, M., 2010. Sensory acceptability of slow fermented sausages based on fat content and ripening time. Meat Science. 86, 251-257.
- Rödel, W., 1985. In mikrobiologie und qualittit von rohwurst und rohschinken, bundesanstalt fur fleischforschung, Kulmbach, Germany.
- Santos, B.A., Campagnol, P.C.B., Pacheo, M.T.B., Pollonio, M.A.R., 2012. Fructooligosaccharides as a fat replacer in fermented cooked sausages. 10.1111/j.1365-2621.02958.xView/save citation.

- Soyer, A., 2005. Effect of fat level and ripening temperature on biochemical and sensory characteristics of naturally fermented Turkish sausages (sucuk). *European Food Research and Technology*. 221:412-415.
- 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.
- Şişik, Ş., Kaban, G., Karaoğlu, M.M., Kaya, M., 2012. Effects of corn oil and broccoli on instrumental texture and color properties of Bologna-Type sausage. *International Journal of Food Properties*. 15:1161-1169.
- Toptancı, İ., 2007. Sucuğun renk ve tekstürüne farklı ısıl işlem sıcaklıklarının etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, Ankara.
- Ünsal, M., 1991. Taze ve ambalajlanarak belirli süreler değişik sıcaklıklarda muhafaza edilen kuyruk yağının çeşitli fiziksel ve kimyasal kalite kriterlerinin belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, Erzurum.
- Visessanguan, W., Benjakul, S., Smitinant, T., Kittikun, C., Thepkasikul, P., Panya, A., 2006. Changes in microbiological, biochemical and physico-chemical properties of Nham inoculated with different inoculum levels of *Lactobacillus curvatus*. *Science Direct. LWT* 39, 814-826.
- Vural, H., 2003. Effect of replacing beef fat and tail fat with interesterified plant oil on quality characteristics of Turkish semi-dry fermented sausages. *European Food Research and Technology*. 217:100-103.
- Wanangkarn, A., Liv, D-C., Swetwiwathana, A., Tan, F-J., 2012. An innovative method for the preparation of mum (Thai fermented sausages) with acceptable technological quality and extended shelf-life. *Food Chemistry*. 135, 515-521.
- Yalınkılıç, B., Şişik Oğraş, Ş., Kaban, G., Karaoğlu, M.M., Kaya, M., 2016. Textural properties of fat- reduced sucuk with orange fiber. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*. 22(3): 431-435.
- Yalınkılıç, B., 2009. Sucuk üretiminde portakal lifi kullanımı. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, Erzurum.
- Yıldız-Turp, G., Serdaroğlu, M., 2008. Effect of replacing beef fat with hazelnut oil on quality characteristics of sucuk- A Turkish fermented sausage. *Meat Science*. 78, 447-454.
- Yılmaz, Z.F., 2016. Starter kültür kullanımının ısıl işlem görmüş sucuğun uçucu bileşikleri ve diğer bazı kalitatif özelliklerine etkileri. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, Erzurum.

ÖZGEÇMİŞ

1992 yılında Erzurum'da doğdu. Lise eğitimini Yakutiye Tevfik İleri Anadolu Lisesi'nde 2010 yılında tamamladı. 2011 yılında Erzurum Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimine başladı ve 2015 yılında mezun oldu. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı.

