

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**SUCUKTA ÜRETİM VE DEPOLAMA SIRASINDA MEYDANA GELEN
MİKROBİYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL DEĞİŞMELER**

Ülkü DALMIŞ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA

2007

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

SUCUKTA ÜRETİM VE DEPOLAMA SIRASINDA MEYDANA GELEN MİKROBİYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL DEĞİŞMELER

Ülkü DALMIŞ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ayla SOYER

Bu çalışmada iki farklı yöntemle (geleneksel ve ısıtma işlemi) üretilen sucukların mikrobiyolojik, proteolitik, lipolitik, oksidatif ve duyuşsal özelliklerinde meydana gelen değişimler üretim (geleneksel üretimde 9 gün, ısıtma işlemde 5 gün) ve 90 günlük depolama süresince araştırılmıştır. Her iki yöntemde starter kültür (*Staphylococcus xylosus* ve *Pediococcus pentosaceus* karışımı) içeren ve içermeyen (kontrol) iki grup sucuk üretilmiştir.

Üretim süresince sucuklarda kurumaya bağlı olarak nem miktarı ve a_w değerinde düşüş, protein, yağ ve kül miktarlarında artış görülmüştür. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda nem miktarı ısıtma işlemi görmüş sucuklardan düşük olmuştur. Her iki üretim yönteminde, sucuklarda üretimin ilk dört gününde toplam mezofil aerob bakteri (TMAB), laktik asit bakteri (LAB) ve mikrokok-stafilokok (M-S) yüklerinde artış, koliform grubu bakteri yükünde azalma görülmüştür. Geleneksel üretimde üretimin sonlarında mikrobiyel yükte çok az, buna karşın ısıtma işlemi uygulanan sucuklarda ısıtma işlemi sonrası önemli düzeylerde düşme görülmüştür. ısıtma işlemi uygulaması TMAB yükünde 1, LAB ile mikrokok-stafilokok yüklerinde yaklaşık 2 logaritmik birim azalmaya ve koliform grup yükte tam inhibisyona (<10 kob/g) neden olmuştur. Her iki üretim yönteminde üretim ve depolama süresince starterli sucuklar, kontrol sucuklarından daha yüksek mikrobiyel yüke sahip olmuştur.

Sucuklarda proteolitik değişimler, protein olmayan azot (NPN) ve toplam protein çözünürlüğü miktarları belirlenerek ve sarkoplazmik ve miyofibriler proteinlerin sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforez (SDS-PAGE) tekniği ile analizi yapılarak belirlenmiştir. Üretim ve depolama süresince sucuklarda NPN miktarı artmış, toplam protein çözünürlüğü azalmıştır. Starter kültür, NPN miktarında artışa neden olmuştur. ısıtma işlemi uygulaması ile NPN miktarında görülen artış oranı azalmıştır. ısıtma işlemi uygulanması protein çözünürlüğünde daha fazla azalmaya yol açmıştır. SDS-PAGE sonuçları, ısıtma işlemi uygulamasının ve starter kültür kullanımının değişimleri etkilediğini göstermiştir. Sarkoplazmik proteinlerdeki değişimlerin çoğu üretim boyunca gözlenmiş, kontrol ve starter sucuklarda 118-28 kDa molekül ağırlığı aralığındaki bir çok protein bantı fermentasyon sırasında kaybolmuştur. ısıtma işlemi uygulaması ile bazı bantların yoğunluklarında azalma olmuştur. Miyofibriler proteinlerden miyosin ağır zinciri (200kDa), kontrol grubu sucuklarda fermentasyon süresince azalmış ve üretimin 9. gününde kaybolmuştur. Starter içeren sucuklarda ise bu bant üretimin 4. gününde tamamen kaybolmuştur. Yine aktin (~45kDa) bantı sucuklarda fermentasyonla birlikte parçalanmıştır. ısıtma işlemi uygulaması ile tüm protein bantlarının yoğunluklarında azalma gözlenmiştir. Proteinlerde üretim süresince görülen oksidasyon, toplam karbonil miktarlarında artış, -SH grubu miktarlarında azalma ile gözlenmiştir. ısıtma işlemi uygulaması toplam karbonil miktarında artışa, -SH grubu miktarında azalmaya neden olmuştur.

Sucuklarda üretim ve depolama süresinde doymuş yağ asitleri miktarı artarken, tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerinin miktarı azalmıştır. Starter kullanılan sucuklarda bu etki daha fazla olmuştur. ısıtma işlemi uygulaması doymuş ve doymamış yağ asitleri miktarını etkilemiştir. Her iki yöntemde de üretim ve depolama süresince sucukların TBA değeri artmıştır. ısıtma işlemi uygulaması TBA değerinde artışa neden olmuştur.

2007, 155 sayfa

Anahtar Kelimeler: Sucuk, ısıtma işlemi, geleneksel üretim, starter kültür, proteoliz, lipoliz, oksidasyon

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

MICROBIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL CHANGES OF TURKISH SAUSAGE (SUCUK) DURING PROCESSING AND STORAGE

Ülkü DALMIŞ

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ayla SOYER

In this study, changes in microbiological, proteolytic, lipolytic, oxidative and sensory properties of Turkish sausages (sucuk) produced by two different methods (heat processing and traditional) were determined during processing and 90 days of storage. The sausages were produced with or without starter culture (a mixture of *Staphylococcus xylosus* and *Pediococcus pentosaceus*) in both methods.

A decrease in moisture content and a_w and an increase in protein, fat and ash contents were detected depending on dehydration during processing. Moisture contents of the sausages in traditional method were higher than those of the sausages in heat processing method. Total mesophilic aerobic bacteria (TMAB), lactic acid bacteria (LAB) and micrococcus-staphylococcus (M-S) bacteria counts increased, but coliform bacteria count decreased during fermentation in both methods. Heat processing resulted in microbial destruction of approximately 1 log unit for TMAB and 2 log units for LAB and M-S counts, and coliform bacteria (<10) were completely destroyed. Starter inoculated sausages had higher counts than control sausages in both methods.

Proteolysis was quantified by non-protein nitrogen (NPN) and total protein solubility. Sodium dodecyl sulphate polyacrylamid gel electrophoresis (SDS-PAGE) was used for qualitatively assess the proteolytic changes in sarcoplasmic and myofibrillar proteins. Proteolytic activity was observed in both starter-inoculated and non-inoculated (control) sausages during processing. The major changes in proteolytic characteristics of sucuk took place during the fermentation stage, with an increase in non-protein nitrogen (NPN) and a decrease in protein solubility. Starter inoculated sausages had higher NPN content than control sausages. The increase in NPN content by heat treatment was lower while the decrease in protein solubility was higher than traditional sausages. According to SDS-PAGE profiles, proteolytic changes in sarcoplasmic and myofibrillar proteins were affected by heat treatment and starter inoculation. The most changes in sarcoplasmic proteins were observed during fermentation, which many protein bands in the ranges of 118-28 kDa molecular weights disappeared. The intensity of some peptide bands decreased by heat treatment. The band intensity of myosin heavy chain (200 kDa) decreased during fermentation and disappeared after the fourth day in inoculated sausages while this band disappeared at the end of production in the control sausages in traditional method. In the case of starter sausages, this band completely disappeared after day four. Moreover, actin band (45 kDa) disappeared during fermentation in both methods. The intensity of all bands was decreased by heat treatment. Protein oxidation was followed by assaying of total protein carbonyls and sulphhydryl groups (-SH) and an increase in total carbonyls and a decrease in -SH groups was observed during processing in both methods. In addition, heat processing resulted in an increase in total carbonyls and a decrease in -SH groups, which indicates stimulation of oxidative reactions in proteins.

Saturated fatty acids (SFA) increased while -mono and polyunsaturated fatty acids (PUFA) decreased during processing and storage. Starter inoculation and heat treatment were increased this effect. TBA values of the sausages in both methods increased during processing and storage, which was higher in heat processed sausages.

2007, 155 pages

Key Words: Sucuk, heat processing, traditional process, starter culture, proteolysis, lipolysis, oxidation.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince her aşamada bilgi ve tecrübesi ile bana yol gösteren ve her konuda hoşgörüsü ile desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Doç. Dr. Ayla SOYER'e, çalışmalarım süresince yine değerli bilgileriyle beni yönlendiren Tez İzleme Komitesi üyeleri Prof. Dr. A. Hamdi ERTAŞ ve Doç. Dr. Haydar ÖZDEMİR'e (Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi), tez çalışmamın istatistiksel değerlendirmesini yapan ve yorumlamamda yardımcı olan Prof. Dr. Zahide KOCABAŞ ve Arş. Grv. Yeliz KAŞKO'ya (Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü), yine tez çalışmamda yer alan yağ asitleri dağılımı analizinin yapılmasında yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Veli GÖK'e (Afyon Kocatepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü), laboratuvar olanaklarından yararlandığım hocam Doç. Dr. Mehmet ÖZKAN'a; tüm hayatım boyunca beni destekleyen ve hep yanımda olan sevgili anneme, laboratuvar çalışmalarım sırasında gece geç saatlerde yanımda olan sevgili babama, tez çalışmamın başından itibaren hamaddenin temininden üretimine benimle birlikte koşturan, maddi manevi desteğini esirgemeyen ve tez çalışmam süresince beni anlayışla karşılayan ve tüm zorlukların altından birlikte çıktığım sevgili eşim Halit'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ülkü DALMIŞ

Ankara, Ekim 2007

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	28
3.1. Materyal.....	28
3.2. Yöntem.....	28
3.2.1. Sucuk üretimi.....	28
3.3. Örnek Alma ve Analiz Yöntemleri.....	31
3.3.1. Nem miktarı tayini.....	32
3.3.2. Protein miktarı tayini	32
3.3.3. Yağ miktarı tayini.....	32
3.3.4. Kül miktarı tayini	32
3.3.5. pH tayini.....	32
3.3.6. Su aktivitesi (a_w) tayini	33
3.3.7. Renk tayini.....	33
3.3.8. Serbest yağ asitleri (SYA) tayini	33
3.3.9. Tiyobarbiturik asit (TBA) sayısı tayini.....	34
3.3.10. Yağ asitleri dağılımının belirlenmesi	34
3.3.11. Toplam karbonil miktarı tayini.....	35
3.3.12. Toplam sülfidril miktarı tayini.....	36
3.3.13. Protein olmayan azot (NPN) miktarı tayini.....	36
3.3.14. Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Jel Elektrofrezisi (SDS-PAGE)	37
3.3.14.1. Sarkoplazmik ve miyofibriler proteinlerin ekstraksiyonu	37
3.3.14.2. Jel hazırlama ve geliştirme	37
3.3.15. Toplam protein çözünürlüğü.....	38
3.3.16. Mikrobiyolojik analizler	39
3.3.16.1. Toplam mezofil aerobik bakteri (TMAB) sayımı	39
3.3.16.2. Laktik asit bakteri (LAB) sayımı	39
3.3.16.3. Mikrokok-stafilokok sayımı	39
3.3.16.4. Koliform bakteri sayımı.....	40
3.3.16.5. Duyusal değerlendirme	40

3.3.10.6. İstatistik analiz	40
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	42
4.1. Sucuk Bileşimi.....	42
4.2. Nem Miktarı.....	43
4.3. Protein Miktarı	46
4.4. Yağ Miktarı.....	49
4.5. pH Değeri	52
4.6. Su Aktivitesi Değeri (a_w).....	55
4.7. Renk Değerleri.....	58
4.8. Serbest Yağ Asitleri (SYA) Miktarı	66
4.9. Tiyobarbiturik Asit (TBA) Değeri	70
4.10. Yağ Asitleri Dağılımı	73
4.11. Toplam Karbonil Miktarı.....	80
4.12. Toplam Sülfidril Miktarı.....	84
4.13. Protein Olmayan Azot (NPN) Miktarı.....	87
4.14. Toplam Protein Çözünürlüğü	91
4.15. Sarkoplazmik Proteinlerde Meydana Gelen Değişmeler: Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamit Jel Elektroforezi (SDS-PAGE).....	94
4.16. Miyofibriler Proteinlerde Meydana Gelen Değişmeler: Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamit Jel Elektroforezi (SDS-PAGE).....	98
4.17. Mikrobiyolojik Sonuçlar	103
4.17.1. Toplam mezofil aerob bakteri yükü.....	103
4.17.2. Laktik asit bakteri yükü	107
4.17.3. Mikrokok- Stafilokok bakteri yükü	107
4.17.4. Koliform bakteri yükü.....	109
4.18. Duyusal Değerlendirme	113
5. SONUÇ	119
KAYNAKLAR	124
EKLER	134
EK 1. Çiğ ve Pişmiş Sucuk Değerlendirme formları.....	135
EK 2. Araştırma verilerinin varyans analiz sonuçları	137
ÖZGEÇMİŞ.....	154

SİMGELER DİZİNİ

K	Kontrol
S	Starter kültür kullanılmış sucuk grubu
a_w	Su aktivitesi değeri
SYA	Serbest yağ asitliği
TBA	Tiyobarbiturik asit
DYA	Toplam doymuş yağ asiti
TDYA	Toplam tekli doymamış yağ asiti
ÇDYA	Toplam çoklu doymamış yağ asiti
NPN	Protein olmayan azot
SDS-PAGE	Sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforezi
TPÇ	Toplam protein çözünürlüğü
TMAB	Toplam mezofil aerob bakteri
LAB	Laktik asit bakterisi
<i>P.</i>	<i>Pediococcus</i>
<i>S.</i>	<i>Staphylococcus</i>
Kob	Koloni oluşturan birim

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Fermente et ürünlerinde görülen lipoliz ve oksidasyon reaksiyonları.....	8
Şekil 2.2. Lipid oksidasyon reaksiyonları	10
Şekil 2.3. Proteinlerde meydana gelen değişmeler	11
Şekil 2.4. Fermente et ürünlerinde proteoliz reaksiyonları	12
Şekil 2.5. Protein oksidasyon reaksiyonları.....	14
Şekil 2.6. Protein ve lipid oksidasyonu arasındaki etkileşmeler	15
Şekil 3.1. Sucuk üretim akış şeması	30
Şekil 4.1. Üretim ve depolama süresince sucukların % nem miktarlarındaki değişmeler	45
Şekil 4.2. Üretim ve depolama süresince sucukların % protein miktarındaki değişmeler	48
Şekil 4.3. Üretim ve depolama süresince sucukların % yağ miktarındaki değişmeler	51
Şekil 4.4. Üretim ve depolama süresince sucukların pH değerindeki değişmeler	54
Şekil 4.5. Üretim ve depolama süresince sucukların a_w değerindeki değişmeler	57
Şekil 4.6. Üretim ve depolama süresince sucukların L^* değerlerindeki değişmeler	61
Şekil 4.7. Üretim ve depolama süresince sucukların a^* değerlerindeki değişmeler	64
Şekil 4.8. Üretim ve depolama süresince sucukların b^* değerlerindeki değişmeler.....	65
Şekil 4.9. Üretim ve depolama süresince sucukların % serbest yağ asitleri miktarlarındaki değişmeler	68
Şekil 4.10. Üretim ve depolama süresince sucukların TBA değerlerindeki değişmeler ...	72
Şekil 4.11. Üretim ve depolama süresince sucukların toplam karbonil miktarlarında görülen değişmeler	82
Şekil 4.12. Üretim ve depolama süresince sucukların toplam sülfidril miktarlarındaki değişmeler.....	85
Şekil 4.13. Üretim ve depolama süresince sucukların NPN miktarlarındaki değişmeler .	89
Şekil 4.14. Üretim ve depolama süresince sucuklarda toplam protein çözünürlüğündeki değişmeler.....	93
Şekil 4.15. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim ve depolama süresince belirlenen sarkoplazmik proteinlerin SDS-PAGE elektroforetogramları.....	95
Şekil 4.16. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim ve depolama süresince belirlenen sarkoplazmik proteinlerin SDS-PAGE elektroforetogramları.....	97
Şekil 4.17. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim ve depolama süresince belirlenen miyofibriler proteinlerin SDS-PAGE elektroforetogramları.....	100
Şekil 4.18. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim ve depolama süresince belirlenen miyofibriler proteinlerin SDS-PAGE elektroforetogramları.....	102
Şekil 4.19. Üretim ve depolama süresince sucuk gruplarında TMAB sayılarında görülen değişmeler	106
Şekil 4.20. Üretim ve depolama süresince sucuk gruplarında LAB sayılarında görülen değişmeler.....	108
Şekil 4.21. Üretim ve depolama süresince sucuk gruplarında mikroko-stafilokok sayılarında görülen değişmeler	109

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Fermente sosis üretiminde kullanılan starter kültürler	17
Çizelge 2.2. Fermente et ürünlerinin üretiminde kullanılan mikroorganizmaların biyokimyasal aktiviteleri	22
Çizelge 3.1. Sucuk formülasyonu	29
Çizelge 4.1. Geleneksel ve ısıtılmış sucukların bileşimi	42
Çizelge 4.2. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen % nem miktarları.....	43
Çizelge 4.3. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen % nem miktarları.....	44
Çizelge 4.4. Sucuklarda depolama süresince belirlenen % nem miktarları.....	44
Çizelge 4.5. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen % protein miktarları	46
Çizelge 4.6. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen % protein miktarları	46
Çizelge 4.7. Sucuklarda depolama süresince belirlenen % protein miktarları	48
Çizelge 4.8. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen % yağ miktarları.....	49
Çizelge 4.9. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen % yağ miktarları.....	49
Çizelge 4.10. Sucuklarda depolama süresince belirlenen % yağ miktarları.....	50
Çizelge 4.11. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen pH değerleri	52
Çizelge 4.12. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen pH değerleri	52
Çizelge 4.13. Sucuklarda depolama süresince belirlenen pH değerleri	55
Çizelge 4.14. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen a_w değerleri	56
Çizelge 4.15. Isıl işlem uygulanan sucuklarda üretim süresince belirlenen a_w değerleri ..	56
Çizelge 4.16. Sucuklarda depolama süresince belirlenen a_w değerleri.....	56
Çizelge 4.17. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen CIE L*, a* ve b* değerleri.....	59
Çizelge 4.18. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen CIE L*, a* ve b* değerleri.....	59
Çizelge 4.19. Geleneksel ve ısıtılmış sucuklarda depolama süresince belirlenen CIE L*, a* ve b* değerleri	60
Çizelge 4.20. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen SYA miktarları.....	66
Çizelge 4.21. Isıl işlem uygulanan sucuklarda üretim süresince belirlenen SYA miktarları.....	66
Çizelge 4.22. Sucuklarda depolama süresince belirlenen SYA miktarları.....	67
Çizelge 4.23. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen TBA değerleri	70
Çizelge 4.24. Isıl işlem uygulanan sucuklarda üretim süresince belirlenen TBA değerleri	70
Çizelge 4.25. Sucuklarda depolama süresince belirlenen TBA değerleri	71

Çizelge 4.26. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen yağ asitleri dağılımı	74
Çizelge 4.27. Starter kullanımını ve üretim süresinin geleneksel sucuğun yağ asitleri dağılımı üzerine etkisinin varyasyon analiz sonuçları	74
Çizelge 4.28. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen yağ asitleri dağılımı	75
Çizelge 4.29. Starter kullanımını ve fermentasyon süresinin ısıl işlem uygulanan sucuğun yağ asitleri dağılımı üzerine etkisinin varyasyon analiz sonuçları	76
Çizelge 4.30. Depolama süresince yağ asidi dağılımında görülen değişimler	77
Çizelge 4.30. Depolama süresince yağ asidi dağılımında görülen değişimler (devam) ...	78
Çizelge 4.31. Üretim yöntemi, starter kullanımını ve depolama süresinin sucuk gruplarında yağ asitleri dağılımı üzerine etkisinin varyasyon analizi sonuçları	78
Çizelge 4.32. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen toplam karbonil miktarı	80
Çizelge 4.33. Isıl işlem uygulanan sucuklarda üretim süresince belirlenen toplam karbonil miktarı	80
Çizelge 4.34. Sucuklarda depolama süresince belirlenen toplam karbonil miktarı	81
Çizelge 4.35. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen toplam sülfidril miktarı	84
Çizelge 4.36. Isıl işlem uygulanan sucuklarda üretim süresince belirlenen toplam sülfidril miktarı	84
Çizelge 4.37. Sucuklarda depolama süresince belirlenen toplam sülfidril miktarı	85
Çizelge 4.38. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen % NPN miktarı	87
Çizelge 4.39. Isıl işlem uygulanan sucuklarda üretim süresince belirlenen % NPN miktarı	87
Çizelge 4.40. Sucuklarda depolama süresince belirlenen % NPN miktarı	88
Çizelge 4.41. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen toplam protein çözünürlüğü	91
Çizelge 4.42. Isıl işlem uygulanan sucuklarda üretim süresince belirlenen toplam protein çözünürlüğü	91
Çizelge 4.43. Sucuklarda depolama süresince belirlenen toplam protein çözünürlüğü ...	92
Çizelge 4.44. Geleneksel yöntemle üretilen sucukların mikrobiyolojik analiz sonuçları	104
Çizelge 4.45. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucukların mikrobiyolojik analiz sonuçları	104
Çizelge 4.46. Sucuklarda depolama süresince belirlenen mikrobiyolojik analiz sonuçları	105
Çizelge 4.47. Çiğ sucuk örneklerinin duyu analizlerine ait istatistik sonuçlar	114
Çizelge 4.48. Çiğ sucuk örneklerinin duyu puanları	115
Çizelge 4.49. Pişmiş sucuk örneklerinin duyu analizlerine ait istatistik sonuçlar	116
Çizelge 4.50. Pişmiş sucuk örneklerinin duyu puanları	117

1. GİRİŞ

Et, insan vücut yapı taşlarını teşkil eden besin maddelerini içeren ve yüksek biyolojik değere sahip bir gıdadır ve bu özelliğinden dolayı insanların yeterli ve dengeli beslenmesinde önemli yer tutmaktadır (Ertaş 1979). Son yıllarda yaşam koşullarına bağlı olarak beslenme alışkanlıkları değişiklik göstermiş ve ülkemizde et ürünleri üretim çeşitliliğinde artış görülmüştür. Türkiye’de, 2004 yılı verilerine göre kişi başı sığır eti tüketimi 6,54 kg olmakla birlikte dünyada en fazla et tüketimi 59,1 kg ile Arjantin’dedir. Türkiye’de kırmızı et üretimi 2002 yılında 787 661 ton olmuş ve bir önceki yıla göre %6 artmışken, 2003 yılında 583 535 ton olmuş ve %15 azalma göstermiştir (İçöz vd. 2005).

Değerli bir besin kaynağı olan etten iyi bir şekilde yararlanmak amacıyla çeşitli ürünler üretilmektedir. Ülkemizde en fazla üretilen et ürünleri sucuk, salam, sosis ve pastırmadır. Et ürünleri üretimi 2002 yılında 51 550 ton olup, bunun 51 362 tonu iç piyasada tüketilmiştir. 2003 yılında 55 717 ton üretilmiş ve 55 086 ton iç piyasada tüketilmiştir. Ülkemizde et ürünleri üretiminde en fazla payı sucuk almaktadır. 2002 yılında üretilen sucuk miktarı 14 579 ton; tüketilen miktar 13 754 ton olmuş, 2003 yılında ise üretilen miktar 17 113 ton, tüketilen miktar 15 885 ton olmuştur. 2002 yılında %13 olan üretim artışı 2003 yılında %28’e ulaşmıştır (İçöz vd. 2005).

Sucuk, ülkemizde et endüstrisinde üretim ve tüketim bakımından et ürünleri içerisinde büyük paya sahiptir. Ülkemizde sucuk üretimi genellikle küçük ve orta büyüklükteki işletmelerde geleneksel olarak yapılmaktadır. Bu tip üretimlerde üretim süresi oldukça uzun olmakta ve bu süreç mikrobiyolojik güvenlik açısından risk taşımaktadır. Yine bu tip küçük işletmelerde, aynı tat ve tekstüre sahip, tüketici beklentilerini istenen düzeyde ve sürekli bir şekilde karşılayabilecek, standard kalitede sucuk üretimini gerçekleştirmek mümkün olamamaktadır. Tüm bu nedenlerden dolayı 1980’li yılların sonundan itibaren, sucukların daha ekonomik, güvenli ve standard kalitede üretimi için araştırmalar yapılmaya başlanılmıştır. İşletmelerde olgunlaştırma süresinin kısaltılması ile depolama süresi kısaltmakta ve kar marjı artış göstermektedir. Ayrıca son ürün daha çabuk elde edilip pazarlanabilmektedir. Tüm bu nedenlere bağlı olarak son yıllarda ülkemizde sucuk üretiminde starter kültür kullanımı ve ısıl işlem uygulaması işletmelerde yaygın bir

şekilde kullanılmaya başlamıştır.

Üretimi hızlandırmak amacıyla uygulanan ısı işlem aynı zamanda et ve ürünlerinin muhafaza yöntemlerinden birisi olarak da kullanılmaktadır. Isıl işlem, pastörizasyon ve sterilizasyon uygulanarak yapılmaktadır. Pastörizasyon işlemi daha çok sınırlı süre depolanan et ve ürünlerinde mikrobiyel yükü azaltmak ve enzim aktivitesini inhibe etmek için kullanılmaktadır (Wirth 1979). Bu amaçla ürün merkez sıcaklığı 65-75°C olacak şekilde uygulama yapılmaktadır (Harel and Kanner 1985, Wirth 1990, Tayar 1994). Isıl işlem uygulaması ile firmalarda karşılaşılan büyük risk taşıyan bazı patojen mikroorganizmaların özellikle *E.coli* ve koliform grubu mikroorganizmaların inhibisyonu ile de hijyenik üretim sağlanabilmektedir (Tayar 1989, Kanner 1994).

Pastörizasyon işlemi ile proteinlerin denatüre ve koagüle olmaları, ortamdan suyun uzaklaşması ile sucuklar daha sıkı ve sert bir yapı kazanmaktadır (Tayar 1989). Sucuk gibi et ürünlerinin üretiminde sıcaklık uygulaması 65°C'nin üzerine çıktığında ve 75°C'nin üzerinde ürün yapısında ve aromasında bazı değişimler meydana getirebilmektedir (Wirth 1979, Tayar 1994). Ancak uygulanan ısı işlemle sucukta olması istenen bazı mikroorganizmaların da inhibe olduğu ve üründe arzu edilir özelliklerin yeterince gerçekleşmediği görülmüştür. Bu nedenle üründe meydana gelen mikrobiyolojik ve enzimatik reaksiyonları kontrol altında tutmak amacıyla starter kültür kullanımı önerilmiştir (Tayar 1989). Et ve ürünlerine uygulanan ısı işlem oksidasyonda yer alan birçok faktörü de etkilemektedir. Isıl işlem aynı zamanda kas hücrelerini parçalamakta, enzimleri inaktif hale getirmekte ve oksimiyoglobinden oksijenin serbest kalmasına neden olmaktadır. Bu reaksiyon, 60°C civarında hızlanmakta ve hidrojen peroksit oluşumu artmaktadır (Harel and Kanner 1985).

Ülkemizde ticari olarak geleneksel fermente sucuk üretimi yok denecek kadar azalmıştır. Geleneksel sucuk üretiminin uzun oluşu ve üretim süresine bağlı olarak ekonomik olmayışı, firmaları bu üretim şekline vazgeçirmekte ve üretim süresi daha kısa, proses verimi daha fazla ve bunlara bağlı olarak daha ekonomik olan ısı işlem uygulanan sucuk üretimine yönlendirmektedir. Isıl işlemin sağladığı avantajlara rağmen, elde edilen

ürünlerin duysal niteliklerinin geleneksel Türk sucuğuna göre yetersiz kalması dezavantajdır. Isıl işlemle üretilen sucuklarda fermentasyon süresi çok kısa tutulmakta ve oluşan az miktardaki uçucu bileşenler ısıl işlem sırasında uzaklaşmaktadır. Fermentasyon reaksiyonları ısıl işlemle birlikte durmaktadır. Böylece üretilen üründe koku ve lezzet bileşenleri ya hiç oluşmamakta ya da üründen buharlaşarak uzaklaşmaktadır. Tüketicilerin aradığı karakteristik lezzete sahip ürün ancak belirli şartlarda fermentasyon sonucu oluşmaktadır (Filiz 1996, Vural 1998, Ercoşkun 2006).

Ülkemizde genel olarak geleneksel ve ısıl işlem görmüş iki tip sucuk üretimi yapılmaktadır (Anonim 2007). Her iki yöntemle elde edilen son ürün duysal, mikrobiyolojik ve biyokimyasal özellikler bakımından farklılıklar göstermektedir. Geleneksel veya ısıl işlem görmüş sucuklarda tipik tat, lezzet, koku, renk ve tekstür gelişimi bir seri biyokimyasal reaksiyonlar sonucu olmaktadır. Bu reaksiyonlar endojen ve ekzojen enzimlerin aktivitesi ile gerçekleşen glikoliz, proteoliz ve lipoliz reaksiyonlarıdır ve bu reaksiyonlar son ürünün kalite özelliklerini belirlemektedirler (Ordóñez *et al.* 1999, Gökalp 1986).

Ülkemizde yapılan çalışmalarda, ısıl işlemle sucuk üretiminde farklı sıcaklık uygulamalarının mikrobiyel yükteki değişimi, starter kültür kullanımı ve bazı genel kalite kriterleri üzerinde çalışılmıştır (Tayar 1989, 1994, Filiz 1996, Coşkun 2002, Ercoşkun 2006). Geleneksel sucuk üretimi ile ilgili yapılan çalışmalarda, farklı olgunlaştırma sıcaklıklarının, starter kültür kombinasyonlarının kalite üzerine etkileri araştırılmıştır (Gökalp 1984,1986, Gökalp and Ockerman 1985, Vural 1992). Geleneksel ve ısıl işlem görmüş sucuklarda proteolitik, lipolitik ve oksidatif değişimler ve starter kültür kullanımının bu değişimlere etkisinin birlikte değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Yine, besin değeri açısından önem taşıyan proteinlerde meydana gelen proteolitik ve oksidatif değişimler, üzerinde çalışılmasına ihtiyaç duyulan konular arasında yer almaktadır. Çalışmada üretim yönteminin, starter kültür kullanmanın, üretim süresinin ve depolama süresinin proteinlerde meydana gelen değişimlere etkisinin belirlenmesi ileride yapılacak çalışmalara yol göstermesi açısından önem taşımaktadır.

Geleneksel bir ürünümüz olan Türk sucuğu genel olarak yarı kuru fermente bir et ürünüdür. Son yıllarda ülkemizde ekonomik nedenlerle ve daha stabil ürün elde etme düşüncesiyle ısıll işlem uygulanarak sucuk üretimi yapılmaktadır. Her bir işletmede sucuk üretimi ve ısıll işlem parametreleri farklılık göstermektedir. Dolayısıyla piyasada tat, lezzet, tekstür ve mikrobiyel stabilite yönlerinden farklılık gösteren ve “sucuk” adı altında satılan ürünler yer almaktadır. Sucukta başlıca kalite özelliklerinin oluşmasında lipidlerin, proteinlerin ve karbonhidratların katıldığı lipolitik, proteolitik, oksidatif ve fermentatif reaksiyonlar önemli olmaktadır. Üretim koşullarına bağlı olarak bu reaksiyonların meydana gelme düzeyi ve oluşan ürünler farklı olmaktadır.

Bu çalışmada, geleneksel ve ısıll işlem uygulaması ile sucuk üretiminde starter kültür kullanımının, üretim yönteminin ve depolama süresinin sucukta meydana gelen mikrobiyolojik, proteolitik, lipolitik ve oksidatif değişmelere etkisi ile duyuşsal özelliklerindeki farklılıkların ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER

Yüzyıllardır etin raf ömrü tuzlama, kurutma, tütsüleme vb. gibi işlemler, geleneksel ve benzeri yöntemler kullanılarak uzatılmaya çalışılmıştır. Bu yöntemlerden bazıları mikroorganizmaları da içermektedir. Yapılan bu işlemlerle raf ömrü uzatılan etin tekstür ve flavoru değişmekte ve başlangıçtaki taze etten daha farklı bir et ürünü oluşmaktadır. Ortamda doğal olarak bulunan veya sonradan katılan mikroorganizmaların faaliyetiyle elde edilen ürün, fermente ürün olarak adlandırılmaktadır. Dünyada fermente sosisler yarı kuru ve kuru fermente sosisler olarak sınıflandırılmaktadır. Bunlar genellikle et ve yağın parçalanıp çeşitli katkıları (nitrat, nitrit, tuz, askorbat vb.), şeker, sarımsak ve baharat (biber, kimyon vb.) ile karıştırılması ile hazırlanmaktadır. Karışımda yer alan et, yağ, baharat ve katkı maddelerinin oranları bölgesel olarak farklılık göstermekte ve ürünün tanımlanmasına etki etmektedir. Elde edilen karışım doğal ya da sentetik kılıflara doldurularak, fermentasyona ve kurutmaya maruz bırakılarak son ürün elde edilmektedir. Üretimden tüketime kadar geçen sürede gerçekleşen fermentasyon ve kuruma son ürünün karakteristik özelliklerinin gelişmesinde önemli rol oynamaktadır (Montel 1999, Ordóñez *et al.* 1999).

Fermente et ürünleri asitlik (düşük ve yüksek pH'lı ürünler), etin boyutu (kıyma veya parça et), fermentasyon tipi (karbonhidratlı veya karbonhidratsız; starterli ve startersiz) ve ürün yüzeyinde küf gelişimi olması veya olmaması gibi çeşitli özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır. Yine son ürünün nem içeriğine göre de yarı-kuru ve kuru fermente et ürünü olarak sınıflandırılabilir. Yarı kuru fermente sosislerde son üründe nem içeriği %40-45 arasında değişmektedir, yüksek asitli et ürünlerinde pH 5,3 ve daha düşüktür (Incze 1991). Bu bakımdan sucuk diğer fermente et ürünleri ile kıyaslandığında yüksek asitli yarı-kuru fermente et ürünleri içerisinde yer almaktadır. Türk sucuğu standardı (TS 1070)'na göre sucukta nem miktarı en çok %40, pH 5,4-5,8 arasında; Türk gıda kodeksi et ürünleri tebliğine göre ise sucukta nem miktarı en çok %40, pH değeri en çok 5,4 olarak bildirilmiştir (Anonim 1997, 2000).

Günümüzde geleneksel sucuk üretiminin yerini kontrollü koşullarda üretim almaya başlamıştır. İstenen karakteristik özellikleri elde etmek için dış faktörlerden sıcaklık, bağıl

nem ve hava akış hızı; iç faktörlerden yağ içeriği, sodyum klorür içeriği, starter kültür, kılıf çapı vb. ayarlanabilmektedir. Bu faktörlerin tamamı farklı ürünlerde çok büyük değişiklikler göstermektedir. Yarı kuru fermente sosisler genelde Amerika'da üretilmekte olup, fermentasyon işlemini takiben kurutmadan veya kısa süre kurutma işleminden sonra 60-68°C'de ısıtma işlemi uygulanarak elde edilmektedir. Avrupa'daki üretimde ise, Akdeniz ülkelerindeki üretimlerin kuzey Avrupa ülkelerinden daha farklı olduğu görülmektedir. Geleneksel Akdeniz ürünleri yavaş fermentasyon-kurutma işlemini içeren ve dış kısmında maya ve küf gelişimine yol açan bir üretim yaparken, kuzey ve orta Avrupa ülkelerinde fermentasyon tütsüleme ile birlikte kullanılmakta olup maya ve küf oluşumuna izin verilmez, kurutma aşaması ise daha kısadır (Montel 1999).

Fermente et ürünlerinin üretimi genelde üç aşamada gerçekleşmektedir. Bunlar formülasyon, fermentasyon ve olgunlaştırma/kurutmadır.

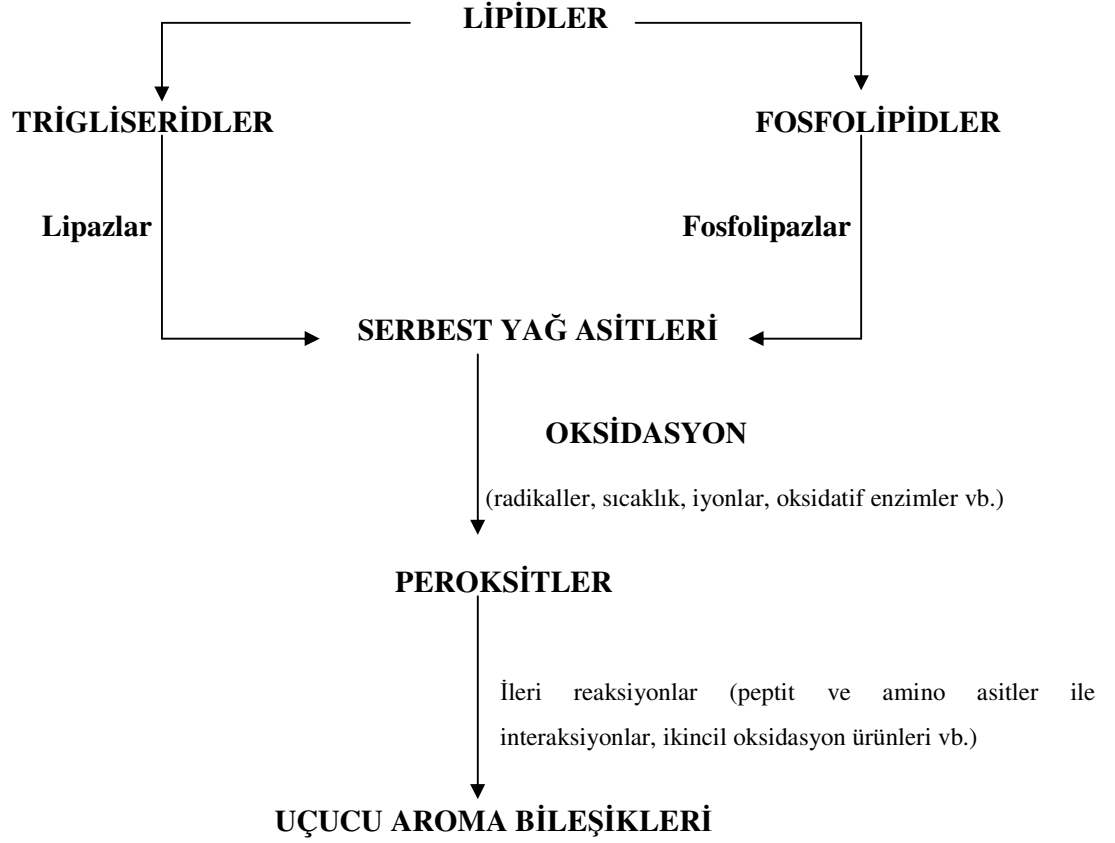
Formülasyon, kılıfa doldurulmak üzere et, yağ ve diğer tüm katkıların hazırlandığı aşamadır. Fermentasyon süresince birbirini etkileyen ve birlikte gerçekleşen iki basit ama önemli mikrobiyolojik reaksiyon meydana gelmektedir. Bunlar; pH değerinin laktik asit bakterilerince düşürülmesi ve nitrat/nitrit indirgeyen bakterilerce nitritoksinin oluşturulmasıdır (Ordóñez *et al.* 1999, Lizaso *et al.* 1999). Proseste son aşama olan olgunlaştırma işleminde, flavor ve tekstür oluşumu gerçekleşmektedir. Bu aşamada meydana gelen kimyasal ve biyokimyasal değişimler birçok çalışmada araştırılmasına rağmen tam olarak ortaya konulamamıştır (Toldrá and Flores 1998, Ordóñez *et al.* 1999). Sucuk üretiminde formülasyon aşamasında et ve yağ kıyma makinasında veya kuterde parçalanmaktadır. Parçalanma ile kas lifleri kırılmakta hücre içeriği ortamda bulunan katkılardan tuzla etkileşmektedir. Tuz elektrostatik işlevi ile yağ partiküllerinin çevresinde protein filminin oluşmasını, protein-protein, protein-yağ etkileşimlerinin olmasını sağlamaktadır. Bu ise doğrudan ürünün tekstürünün oluşumunda etkili olmaktadır (Ordóñez *et al.* 1999).

Fermentasyon çeşitli fiziksel, biyokimyasal ve mikrobiyolojik değişimlerin gerçekleştiği aşamadır (Hierro *et al.* 1997, Lizaso *et al.* 1999). Bu aşamada karbonhidratların laktik asit

bakterileri tarafından parçalanması ile laktik asit oluşmakta ve pH, et proteinlerinin izoelektrik noktasına kadar düşmektedir. Asit üretimi ve buna bağlı olarak pH değerinin düşmesi formülasyona katılan şekerin tip ve konsantrasyonuna, mikroorganizmaların varlığına, fermentasyon süresince uygulanan sıcaklık ve kılıf çapı gibi faktörlere bağlılık göstermektedir. Yine üretim süresince pH değerinde, proteinlerde proteolitik değişmelerle çeşitli nitrojen fraksiyonları oluşmasına bağlı olarak artış olmaktadır. Flavor ve tekstür oluşumu bu değişimlerle oluşmaktadır. Lipidler ise fermente sosislerde %25-55 oranında bulunmaktadır. Proses süresince lipidler lipolitik ve oksidatif değişmelere uğrayarak son ürünün flavorunu etkileyen düşük molekül ağırlıklı bileşikler, karbonil bileşikleri, serbest yağ asitleri ve peroksitleri oluşturmaktadırlar (Demeyer *et al.* 1974). Yine fermente et ürünlerinin kendine özgü aromasını veren uçucu ve uçucu olmayan bileşikler, yapıda bulunan lipid ve proteinlerin fermentasyon ve olgunlaştırma boyunca lipolitik, proteolitik ve oksidatif değişmelere uğraması ile oluşmaktadırlar (Johansson *et al.* 1994, Chizzolini *et al.* 1998, Lizaso *et al.* 1999, Toldrá 1998, Fanco *et al.* 2002).

Lipidler ve proteinler fermente et ürünlerinin yapısında bulunan başlıca bileşenlerdir. Olgunlaştırma süresince lipid ve proteinlerde parçalanmalar ve yapısal değişmeler meydana gelmektedir (Demeyer *et al.* 1974). Bu iki önemli bileşen hidrolitik ve oksidatif reaksiyonların etkisiyle değişikliğe uğramaktadır (Ordóñez *et al.* 1999). Üretimde bu reaksiyonları yönlendirmek için ortama enzim veya starter kültür ilavesi yoluna gidilebilmektedir (Zapelena *et al.* 1997).

Gıdalarda bulunan lipidler başlıca hidroliz ve oksidasyon olmak üzere iki tip değişime uğramaktadırlar (Ordóñez *et al.* 1999). Lipidlerden, trigliseridler lipaz enzimleriyle, fosfolipidler ise fosfolipaz enzimleri ile hidrolize edilerek serbest yağ asitlerine parçalanmaktadırlar. Serbest yağ asitleri ise çeşitli radikaller, sıcaklık, oksidatif enzimler vb. etkilerle oksidasyona uğrayarak peroksitleri oluşturmaktadırlar. Peroksitler ise daha fazla reaksiyonların gelişimi ile uçucu aroma bileşiklerine kadar parçalanmaktadırlar (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. Fermente et ürünlerinde görülen lipoliz ve oksidasyon reaksiyonları
(Toldrá 1998)

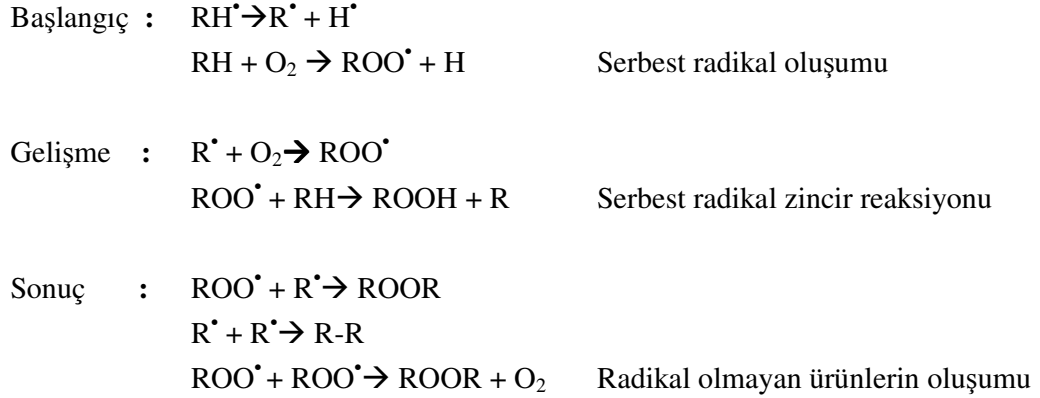
Lipoliz, yağ moleküllerinin lipazlarca yağ asitlerine ve gliserole hidrolizi olarak tanımlanmaktadır (Fennema 1996). Ortamda bulunan gliserol ester hidrolazlar, ester bağlarını kırarak etki etmektedirler. Bu enzimler esterazlar içinde yer almakta olup sadece su-lipid arafazında aktif olabilmektedirler. Bu enzimler kas veya adipoz dokuda bulunmakta veya mikroorganizmalarca oluşturulmaktadır. Fermente et ürünlerinin üretimi süresince, lipidlerin yapısında yer alan ester bağları hidroliz veya lipoliz ile parçalanmakta ve digliserid, monogliserid ve serbest yağ asitleri oluşmaktadır. Lipidlerin hidrolitik parçalanmaları mikrobiyel lipoliz ve endojen lipoliz ile olmaktadır. Bakteriye lipazlar trigliseridleri parçalama biçimlerine göre iki grupta toplanmaktadır. Birinci grup lipazlar; spesifik olmayıp, trigliseridin her üç pozisyonundaki yağ asitlerine etki ederek trigliseridlerden gliserol ve serbest yağ asitleri oluşturmaktadır. İkinci grup lipazlar ise spesifik olup sadece 1. ve 3. pozisyonundaki ester bağlarına etki edebilmektedirler. Demeyer

et al. (1974), fermente sosislerde ikinci grup lipazların etkili olduğunu göstermişlerdir. Sırasıyla linoleik asit, oleik asit, stearik asit ve palmitik asitler lipolize uğramaktadırlar. Yine lipidler olgunlaştırma ve depolama süresince oksidasyona uğramakta ve bu reaksiyonlar sonucu, ürünün tat ve kokusunu etkileyen uçucu ve uçucu olmayan (aldehitler, alkoller, ketonlar, furanlar, karboksilik asitler vb.) bileşikler oluşmaktadır (Ordóñez *et al.* 1999, Fernandez *et al.* 2000).

Fermente et ürünlerindeki mikrokoklar lipidleri hidrolize edebilme yeteneğine sahiptirler. Bununla birlikte laktobasiller de hücre içi ve hücre dışı lipazları üretebilmektedirler (Selgas *et al.* 1986). Bakteriyel hücre dışı lipazların monogliseridlere, digliseridlere, trigliseridlere ve kısa zincirli yağ asitlerine etkisi hücre içi lipazlardan daha fazla olmaktadır. Bakteriyel hücre dışı lipazların, altı karbon atomundan daha fazla karbon zincirli yağ asidi içeren trigliseritlere etkili olmadıkları bildirilmiştir (Hierro *et al.* 1997). Buna karşın bazı araştırmacılar fermentasyonun başlangıcında adipoz ve kas dokuda yer alan lipazların daha etkili olduklarını bildirmişlerdir. Kas lipazları, pH 4,5-5,5 civarında optimum aktivite göstererek polar lipidleri yoğun bir şekilde hidrolize etmektedirler. Bu pH aralığı fermente et ürünlerinde gözlenmekte olup, lipazların optimum aktivite göstermelerini sağlayacakları bir ortamdır (Molly *et al.* 1996). Fermente et ürünlerinde endojen enzimlerin lipolitik etkisi, ekzojen enzimlerden %60 oranında daha fazladır. Bu enzimlerin serbest yağ asitlerine etkileri C18:2> C18:1= C16:1> C14:0> C16:0= C18:0 sıralamasına göre olmaktadır. C18:2 ve C18:1 serbest yağ asitlerinde endojen enzimlerin lipolitik etkisi mikrobiyel enzimlerden daha fazla belirlenmiştir (Hierro *et al.* 1997).

Lipid oksidasyonu et ve ürünlerinde kalite kaybına neden olmaktadır. Oksidatif reaksiyonlar oksijen, sıcaklık, ışık ve metal iyonlarının etkisinde başlamakta ve serbest radikaller oluşmaktadır. Lipid oksidasyonunda yağ asitleri ve oksijen iki önemli oksidasyon substratlarıdır. Lipid oksidasyonu Şekil 2.2.'de de görüldüğü üzere başlama, gelişme ve sonuç aşamalarını içermektedir. Başlangıç aşamasında yağ asidindeki (RH) metil karbonundan bir hidrojen uzaklaşmakta ve bir alkil radikali (R[•]) oluşmaktadır. Bu aşama yağ asitlerindeki çift bağ sayısı arttıkça daha kolay gerçekleşmektedir ve bu durum çoklu doymamışlık gösteren yağ asitlerinin oksidasyona olan duyarlılıklarını açıklamaktadır. Bu aşama HO[•] radikali veya demir-oksijen komplekslerinin

katalizörlüğünde olmaktadır. Gelişme aşamasında alkil radikali (R^\bullet), hızla O_2^\bullet ile reaksiyona girerek peroksit radikal (ROO^\bullet) oluşturmaktadır. Peroksit radikali, alkil radikali veya yağ asidine göre daha yüksek oksitleme özelliğine sahiptir. Peroksit radikali diğer yağ asitlerini okside eder, serbest radikal zincir reaksiyonunu geliştirir ve bu aşamada hidroperoksitler ($ROOH$) oluşturulur. Lipid hidroperoksitlerinin Fe^{+2} ve Cu^{+2} ile reaksiyona girmesi ile peroksit ve alkoksi radikaller oluşur. Bu radikaller birçok reaksiyonun başlamasına neden olmaktadır ($ROO^\bullet + RH \rightarrow ROOH + R^\bullet$ ve $RO^\bullet + RH \rightarrow ROH + R^\bullet$). Sonuç aşamasında ise peroksit ve alkil radikaller reaksiyona girerek radikal olmayan ürünler ($ROOR$) oluştururlar (Khayat and Schwall 1983, Morrissey *et al.* 1998).

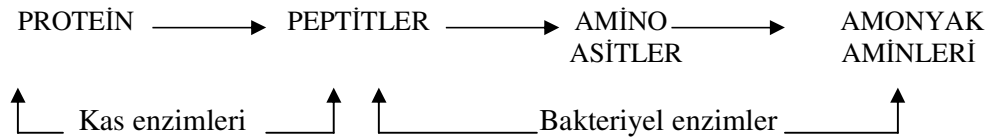


Şekil 2.2. Lipid oksidasyon reaksiyonları (Khayat and Schwall 1983, Morrissey *et al.* 1998)

Kaslı gıdalardaki lipid oksidasyonu iki kısımda gerçekleşmektedir. Bunlar 16-18 karbon atomu içeren düz zincir yapısına sahip hücre içi ve dışı depo yağları içeren nötral triaçilgliseroller ve hücre membranında iç ve dış yüzeyinde bulunan kas dokudaki miktarı diyetle değiştirilebilen, 20-22 karbon atomuna sahip doymamış yağ asitlerini içeren polar fosfolipidlerdir. Fosfolipidlerdeki çoklu doymamış yağ asitleri miktarı triaçilgliserollerden daha fazladır. Kas dokuda fosfolipid içeriği, hayvanın türüne ve aynı hayvanda kasın elde edildiği dokunun özelliğine göre değişmektedir. Fosfolipidlerdeki doymamışlık en çok balık etinde gözlenmekte olup bunu kanatlı (hindi, tavuk), domuz, sığır ve koyun etleri izlemektedir (Hultin 1994).

Proteoliz, fermente et ürünlerinin üretimi süresince meydana gelen biyokimyasal değişimlerin en önemlilerinden birisidir. Bu reaksiyonlar sırasında oluşan düşük molekül ağırlığına sahip bileşikler ürünün tekstür ve flavor gelişimini etkilemektedir. Bu moleküller peptitler, amino asitler, aldehitler, organik asitler ve aminler olup önemli flavor bileşiklerinin öncüleridirler (Diaz *et al.* 1993, Demeyer *et al.* 1995, Naes *et al.* 1995). Fermente et ürünlerinde proteinlerin proteolitik reaksiyonları, flavor ve tekstür gelişimine etki etmektedirler (Molly *et al.* 1997, Toldrá and Etherington 1988). Olgunlaşma süresince proteinlerin parçalanması kalpein ve katapsinler gibi endojen enzimlerle (Koohmaraie 1994, Molly *et al.* 1997) ve mikroorganizmalar tarafından üretilen proteazlarca (Montel *et al.* 1993) gerçekleştirilmektedir. Bu reaksiyonlar sonrası oluşan polipeptitler, peptitler ve serbest amino asitler ve ayrıca amino asitlerin transformasyonu ile oluşan bileşenler fermente sosislerde flavor gelişiminde aktif olarak yer almaktadırlar. Diaz *et al.* (1993, 1997), kuru fermente sosislerde proteoliz ile yüksek molekül ağırlıklı miyofibriler ve sarkoplazmik proteinlerin etkilendiğini; özellikle fermentasyon süresince bütün azot fraksiyonlarında (suda çözünür azot (WSN), protein olmayan azot (NPN), fosfofungustik asitte çözünür azot (PTN), sülfosalisilikasitte çözünür azot (SSN) ve toplam volatil baz azotu) artış olduğunu ortaya koymuşlardır. Proteoliz reaksiyonları sonucu oluşan peptit ve amino asitlerin fermente sosis flavorunda uçucu olmayan bileşenler kısmında yer aldığı, daha çok ürün tekstürüne etki ettiği belirtilmiştir (Ordóñez *et al.* 1999).

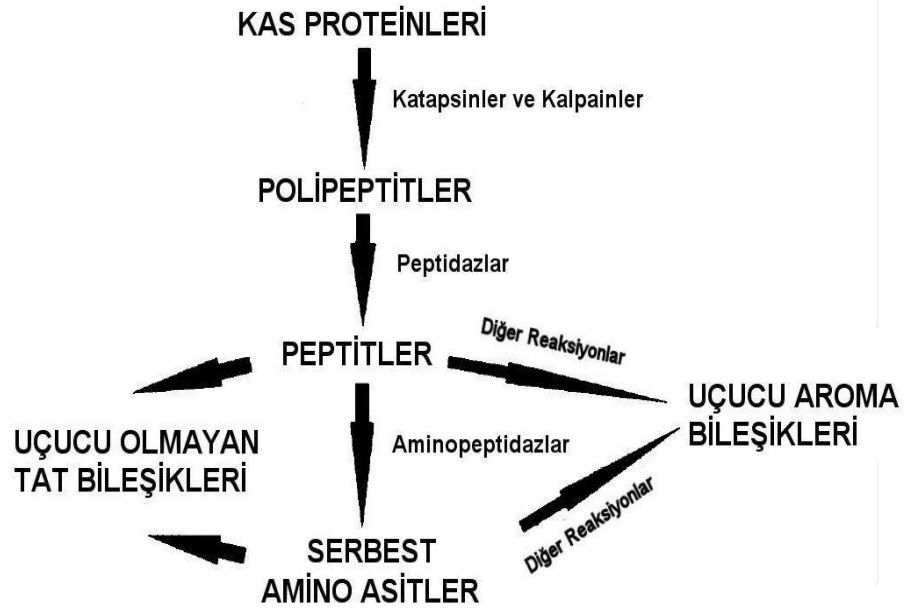
Et ürünlerinde, özellikle kuru fermente sosislerde proteoliz, endojen enzimler ve mikrobiyel kökenli enzimlerin birlikte faaliyeti sonucu oluşmaktadır. Başlangıçta aktin, myosin, ve troponinin peptitlere kadar parçalanması katapsin B, D, H ve L enzimleri ile olmaktadır. Bir sonraki aşamada peptitlerin serbest amino asitlere kadar parçalanması ise bakteriyel olarak gerçekleşmektedir (Şekil 2.3.) (Molly *et al.* 1997).



Şekil 2.3. Proteinlerde meydana gelen değişimler (Molly *et al.* 1997)

Kuru fermente et ürünlerinde olgunlaştırma süresince proteolizin pH'nın düşmesi ile aktive olan kas katapsin D benzeri enzimler ile gerçekleştiği bildirilmiştir (Demeyer 1992, Verplaetse *et al.* 1992). Katapsin B, H ve L sadece aktin ve aktinin parçalanma ürünlerini hidrolize etmektedirler. Yine sistein proteinazlar ve asit proteinazlar arası etkileşimlerle 29 kDa ve 13 kDa molekül ağırlığında ürünler oluştuğu görülmüştür. Yine yapılan çalışmalarda tripsin benzeri proteinazlar, serin proteinazlar ve metallo proteinazların kuru fermente et ürünlerinin fermentasyonu ve olgunlaştırılması süresince proteolizde önemli olmadıkları görülmüştür (Molly *et al.* 1997).

Fermente et ürünlerinde öncelikle kas proteinleri katapsin ve kalpainler gibi endojen enzimlerce polipeptitlere parçalanmaktadır. Polipeptitler ortamda bulunan peptidazlarca peptitlere parçalanmakta ve peptitlerden uçucu olmayan tat bileşikleri ve uçucu aroma bileşikleri oluşmaktadır. Yine peptitlerin aminopeptidazlarca parçalanması ile serbest amino asitler meydana gelmektedir (Şekil 2.4.) (Toldrá 1998).



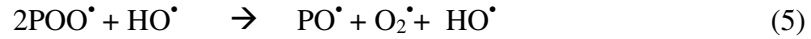
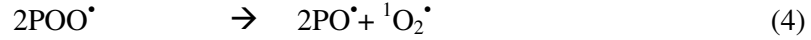
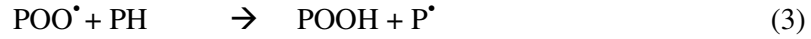
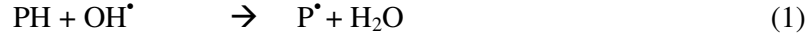
Şekil 2.4. Fermente et ürünlerinde proteoliz reaksiyonları (Toldrá 1998)

Proteinlerin parçalanması ile oluşan peptitler ve serbest amino asitlerin konsantrasyonları ve kompozisyonları üründe spesifik tat oluşumunda etkili olmaktadır. Yine üründe aroma oluşumunda volatil bileşiklerin öncül maddeleri, serbest amino asitler olarak bilinmektedir. Bu yüzden son yıllarda proteoliz ile ilgili yapılan çalışmalarda proteolitik değişimleri ortaya koymak için iyi tanımlanmış starter kültürler veya proteolitik enzimlerin kullanımı yoluna gidilmektedir (Diaz *et al.* 1993, Demeyer *et al.* 1995, Blom *et al.* 1996). Bununla birlikte, sosislerin olgunlaştırılması süresince proteinlerin parçalanmasında endojen ve bakteriyel enzimlerin öncelik sırası tartışma konusudur. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, endojen proteinazların (kısmen katapsin D) fermentasyon süresince proteolizden sorumlu olduğu sonucuna varılmıştır. Bakteriyel enzimlerin ise daha çok olgunlaşmanın ileri aşamalarında etkili olduğu gösterilmiştir (Johansson *et al.* 1996).

Proteinlerde meydana gelen değişmelerin bir diğer önemli sebebi oksidatif reaksiyonlardır. Kaslı gıdalarda kalite kaybına neden olan oksidatif zararın daha çok lipid kaynaklı olduğu düşünülerek bu konuda yoğun çalışmalar yapılmıştır. Fakat proteinlerin de lipidler gibi oksidasyon reaksiyonlarında başlıca substrat olduğu görülmüş ve bu konu üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır (Davies and Goldberg 1987, Srinivasan and Hultin 1995). Kas proteinleri serbest radikal oluşturan sistemlere yakın olması nedeniyle oksidasyona karşı hassasiyet göstermektedir. Davies and Goldberg (1987), *in vivo* şartlarda yani canlı hayvanda proteinlerin oksijen radikallerinin önemli bir hedefi olduğunu göstermişlerdir. Canlı hayvanda proteinlerin oksidasyonu hayvanın yaşlanması, oksidatif strese maruz kalması ve patolojik koşullara bağlı olarak artmaktadır (Berlett and Stadtman 1997, Tian *et al.* 1998, Mecocci *et al.* 1999).

Proteinlerde meydana gelen oksidatif değişmeler belirli bir sırada olmaktadır (Şekil 2.5.). Önce serbest radikaller protein yan zincirleri ile reaksiyona girerek protein serbest radikallerini (P^{\bullet}) oluştururlar (1). Bu serbest radikaller moleküler oksijenle reaksiyona girerek protein peroksit radikallerini (POO^{\bullet}) oluştururlar (2). POO^{\bullet} radikalleri başka bir molekülden hidrojen atomu alarak protein hidroperoksitlerini ($POOH$) ve yeni bir protein radikalini (P^{\bullet}) oluştururlar (3). Oluşan protein hidroperoksit radikallerinin parçalanması ile bazı amino asit kalıntıları karbonil türevine dönüşürler (4,5). Oksidasyon sonrası

proteinlerin katalitik aktivitelerinde kayıp olurken proteolitik parçalanmaya karşı hassasiyette artış olmaktadır (Zirlin and Karel 1969, Neuzil *et al.* 1993, Stadtman 1990, Martinaud *et al.* 1997).



Şekil 2.5. Protein oksidasyon reaksiyonları (Neuzil *et al.* 1993)

Proteinlerde yer alan sülfidril gruplarının oksidasyonu ile proteinin kendi içinde ve diğer proteinlerle aralarında çapraz disülfid bağları oluşur. Bunun yanında proteinde glutation, sistein veya diğer düşük molekül ağırlıklı merkaptanlarla karışık disülfid bağları oluşturulur (Stadtman 1990).

Protein oksidasyonu miyofibriler proteinleri etkileyebilmekte ve proteinlerin ultra yapılarında değişiklikler oluşabilmektedir (Quali 1992). Miyofibriler proteinlerin metal katalizli oksidasyonu sonrası yüksek molekül ağırlıklı polimerler oluşmaktadır.

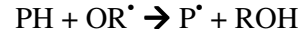
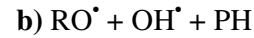
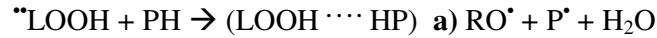
Et ve ürünlerinde oksidatif reaksiyonlar lipid ve proteinlerin substrat olarak katıldığı, ortamda bulunan oksidasyonu teşvik eden etkenlerin etkisiyle parçalanarak oksidatif ürünlerin oluştuğu flavorda, renkte, tekstürde ve besin kompozisyonunda değişmelere yol açan olaylardır. Bu ise kaliteyi olumsuz yönde etkilemektedir (Kanner 1994). Fakat fermente et ürünlerinde oksidasyonun belli düzeyde oluşması ile karakteristik tat ve koku oluşmaktadır (Ordóñez *et al.* 1999). Yine yapılan çalışmalarda, oksidatif mekanizmanın etin fiziksel özellikleri üzerine etkileri bilinmesine rağmen tekstür ve gevreklik üzerine etkisi hala tam olarak bilinmemektedir (Decker *et al.* 1993).

Okside lipidler proteinlerle üç değişik şekilde reaksiyon verebilmektedirler; 1) proteinlerle

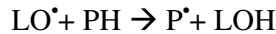
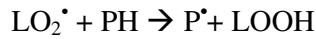
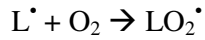
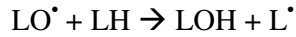
kovalent olmayan bileşikler oluştururlar, 2) radikal tip reaksiyon üreten kovalent olmayan bağlar oluştururlar, 3) lipid oksidasyonu sonucu oluşan ikincil oksidasyon ürünleri ile reaksiyona girerler (Kanner 1994). Metal iyonları (Fe^{+3} ve Cu^{+2}) ve miyogloblin oksidasyonu lipid oksidasyonunu teşvik eden faktörler olup, protein oksidasyonu lipid oksidasyonundan önce gerçekleştiği için katalist etki yapmaktadır (Schaich and Karel 1975).

Şekil 2.6.'da, proteinlerle perokside olmuş lipidler arasındaki serbest radikal etkileşimleri görülmektedir. Reaktif amino asitlerden sistein, lizin, arjinin, histidin ve triptofan, içerdikleri sülfidril grupları veya pozitif yüklü azot yapılarıyla lipid hidroperoksitleri ile kompleksler oluştururlar (Khayat and Schwall 1983).

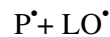
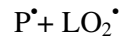
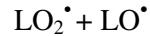
Başlangıç : $LOOH \rightarrow LO^{\bullet} + OH^{\bullet}$



Gelişme : $LO_2^{\bullet} + LH \rightarrow LOOH + L^{\bullet}$



Sonuç : $LO_2^{\bullet} + LO_2^{\bullet}$



Şekil 2.6. Protein ve lipid oksidasyonu arasındaki etkileşmeler ($LOOH$: lipid hidroperoksit radikali, LO^{\bullet} : lipid oksit radikali, LH : lipid, PH : protein, RO^{\bullet} :alkil oksit, P^{\bullet} : protein serbest radikali) (Khayat and Schwall 1983)

Lipidlerin peroksidasyonu sonrası biyolojik olarak toksik veya biyolojik olarak aktif bileşikler oluşmaktadır. Bunun yanında peroksidasyon kaslı gıdanın renk, flavor ve tekstüründe değişmelere neden olmaktadır. Canlı hayvanda ise hücre alt yapılarındaki membranda yer alan lipoproteinler zarar görür, yaşlanma pigmentleri oluşur ve yaşlanma ile birlikte çeşitli çapraz bağlarla polimer yapılar oluşur. Doymamış yağ asitleri ve kolesterolün oksidasyonu sonrası toksik bileşikler oluşabilmektedir (Karel *et al.* 1975, Kanner 1994, Morrissey *et al.* 1998).

Proteinlerin serbest radikaller veya oksidantlarla reaksiyona girmeleri ile potansiyel olarak toksik olan peptit parçaları oluşmaktadır (Davies 1986). Proteinlerin oksidatif olarak değişmesi sonucu çoğu enzim aktivitesini kaybetmekte veya fonksiyonel özelliklerinde değişmeler olmaktadır (Tian *et al.* 1998). Oksidasyon sonucu meydana gelen çapraz disülfid bağları polimer yapıların oluşmasına neden olmakta ve proteinlerin bu şekilde ısıl stabilitesinde ve çözünürlüklerinde azalmalar olmaktadır. Yine oksidasyon sonucu karbonil miktarında, floresans özellikte ve proteolize karşı hassasiyette artış olurken, amino asit kompozisyonunda değişmeler olmaktadır (Levine *et al.* 1990, Meucci *et al.* 1991, Liu *et al.* 2000).

Perokside olmuş lipidlerin proteinlerle reaksiyona girmesi ile protein-protein, protein-lipid yapıları arasında çapraz bağlar ve protein kalıntıları oluşur. Lipid peroksidasyonu sonrası oluşan aldehitler schift bazlı bileşiklerin amino grupları ile reaksiyona girerek floresans özellik oluştururlar. Proteinlerin çapra bağlanması ile polimerizasyon meydana gelir ve çözünürlük azalırken, kısmi denatürasyon ve enzimlerde inhibisyon görülür. Bunun yanında enzimatik olmayan esmerleşmeler meydana gelmektedir (Kanner and Karel 1976, Kanner 1994, Karel *et al.* 1975).

Et ve et ürünlerinde proteinlerde meydana gelen oksidatif değişmeler karbonil ve -SH (tiyol) miktarı ile belirlenmektedir. Ayrıca bu amaçla, SDS-PAGE ve WESTERN BLOTT tekniği, serbest aminlerin belirlenmesi, amino asit yapılarında meydana gelen değişikliklerin belirlenmesi gibi analizler de yapılmaktadır.

Günümüzde starter kültürler, süt ürünlerinden sonra fermente et ürünlerinde, daha kararlı yapıda ve istenen kalitede ürün elde edilmesi amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Starter kültürler, üretim koşullarına uygun özellikler taşıyan, yeterli asitleme, nitrit/nitrat parçalanması, flavor oluşumu sağlayan, standart kalitede ürün üretimi ve de ürün stabilitesini sağlayabilen mikroorganizmalardır (Montel 1999). Günümüzde sucuk üretimi modern işletmelerde yapılmakta olup bu amaçla uygun sıcaklık, hava akımı ve nemi ayarlanabilen kabinler kullanılmaktadır. Bu üretimlerde aynı zamanda starter kültürler kullanılmaktadır. Starter kültür olarak laktik asit bakterileri, mikrokoklar, stafilokoklar, asitonometler, enterobakterler, mayalar ve küfler kullanılmaktadır (Çizelge 2.1) (Hammes and Knauf 1994, Anar 1997, Alperden ve Nazlı 1998,).

Çizelge 2.1. Fermente sosis üretiminde kullanılan starter kültürler (Hammes and Knauf 1994, Anar 1997, Alperden ve Nazlı 1998)

Bakteriler	Bazı Suşlar
Laktik asit bakterileri	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>L. carnis</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. bavarian</i> , <i>L. alimentarius</i> , <i>L. pentosus</i> , <i>L. sake</i> , <i>L. curvatus</i> , <i>Pediococcus pentosaceus</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>P. cereviciae</i> , <i>P. parvulus</i> , <i>Lactococcus lactis</i>
Mikrokoklar	<i>Micrococcus varians</i> , <i>M. auranticus</i>
Stafilokoklar	<i>Staphylococcus carnosus</i> , <i>S. xylosus</i> , <i>S. simulans</i> , <i>S. saprophyticus</i>
Asitonometler	<i>Streptomyces griseus</i>
Enterobakterler	<i>Aeromonas sp.</i>
Mayalar	<i>Debaryomyces hansenii</i> , <i>Candida famata</i>
Küfler	<i>Penicillium nalgiovense</i> , <i>P. chrysogenum</i> , <i>P. communeae</i>

Fermente sosisler Akdeniz bölgesine özgü tipik et ürünlerindedir. Bu tip ürünlerin kalitesi birçok faktöre bağlı olup, proteoliz bunlardan birisidir. Proteoliz reaksiyonları sonucu, son ürünün flavor ve tekstürü etkilenmektedir. Bununla birlikte, et ürünlerinde fermentasyon ve olgunlaştırma süresince proteolizi de içeren enzimatik sistemler hakkında bilinenler sınırlı düzeydedir (Santos *et al.* 2001). Endojen katapsin D enzimi proteinlerin yıkımını başlatmakta, parçalanmış proteinleri mikrobiyel peptidazlar daha küçük moleküllü peptidlere indirgemektedir. Kas proteinazlarından endojen katapsinler, sarkoplazmik ve miyofibriller proteinleri miyosin ve aktine parçalamaktadırlar (Molly *et al.* 1997). Bu biyokimyasal değişimlerde starter kültür olarak proteolitik kapasiteleri yüksek mikroorganizma ırkları kullanılmaktadır. Bu kapsamda çeşitli laktik asit bakterilerinden *Lactobacillus sake*, *L. curvatus*, *L. plantarum* ve *L. casei*'nin sarkoplazmik ve miyofibriller proteinlere etkisi çalışılmıştır (Fadda *et al.* 1999a,b, Sanz *et al.* 1999a,b).

Fermente et ürünüde istenilen organoleptik kalite (görünüş, tekstür, flavor), laktik asit bakterilerinin ortama hakim olmasıyla ilgilidir. Ortama hakim olan laktik asit bakterileri bozulma yapan ve patojen olan bakterilerin inhibe olmasını sağlamaktadır. Bununla birlikte bazı belli mikroorganizmalar, özellikle koagülaz negatif stafilkokoklar (*S. carnosus*, *S. xylosum*) renk ve flavor gelişimi için istenen bakteri türleridir (Montel 1999).

Türk tipi fermente sucukta, dominant olarak bulunan laktik asit bakterileri *L. sake*, *L. plantarum*, *L. curvatus* ve *L. brevis*'dir (Gürakan *et al.* 1995). Yine Özdemir (1999), piyasadan temin ettiği sucuklarda 252 laktobasillus suşunun 207'sinin *L. sake*, 20'sinin *L. curvatus*, 7'sinin *L. viridescens*, bir suşun *L. carnis*, bir diğer suşunda *L. casei* subsp. *rhamnosus* ve 9 suşun da *L. agilis* olduğunu tespit etmiştir.

Nazlı (1998), sucuktan izole etmiş olduğu *S. carnosus* ve *L. plantarum* kombinasyonunu starter olarak sucuk üretiminde kullanmıştır. 15 günlük üretim sonrasında kontrol grubuna göre starter kültür kullanılan grup sucuklarda pH daha düşük olarak bulunmuştur. Bu çalışmada, kontrol grubu sucukların toplam mezofil aerob bakteri, koliform grup, stafilkokok-mikrokok grubu mikroorganizma yükleri daha düşük bulunmuştur. Yine Vural ve Öztan (1992a, b) ticari starter kültür kombinasyonları kullanarak ürettikleri 6 grup

sucuğun, kontrol grubuna göre çok daha iyi duyuşal özelliklere sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Alperden ve Özay (1993), mikrobiyolojik, kimyasal, fiziksel ve duyuşal nitelikler bakımından iyi kalitede ürün üretmek amacıyla işletme koşullarında ve doğal koşullarda sucuk üretmişlerdir. İşletme koşullarında üretimde *S. carnosus* + *L. plantarum*, *S. carnosus* + *P. acidilactici*, *S. carnosus* + *L. plantarum* + *P. pentosaceus* kültür kombinasyonlarını, doğal koşullarda açık havada üretilen sucuklarda ise *S. carnosus* + *L. plantarum* + *P. acidilactici*, *S. carnosus* + *L. plantarum* + *P. pentosaceus*'un değişik oranlardaki kombinasyonlarını starter kültür olarak önermektedirler.

Gönülalan ve arkadaşları (2004), işletme koşullarında olgunlaştırılan sucuklarda 7 değişik starter kültür kullanımının olgunlaştırma süresince sucukların bazı bakteriyolojik, kimyasal ve duyuşal niteliklerine etkilerini araştırmışlardır. Bunun için birinci grupta *S. xylosus* DD-34 + *P. pentosaceus* PC-1, 2. grupta *L. plantarum* L74 + *S. carnosus* MIII, 3. grupta + *S. carnosus* MIII + *P. pentosaceus* LP-1, 4. grupta *S. xylosus* DD-34 + *P. pentosaceus* PCFF-1, ve 7. grup olarak *P. acidilactici* PA-2 starter kombinasyonlarını kullanmışlardır. Çalışma sonrasında starter kültürlerin sucukların kalite özelliklerini, bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri olumlu yönde etkilediklerini belirtmişlerdir. Starter kültürlerin tümünün kontrol grubuna göre duyuşal açıdan daha çok beğenildiği bildirilmiştir.

Son yıllarda fermente sosislerde starter kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalarda genellikle kullanılan starter kültürlerin et proteinleri ve lipidleri üzerine etkileri araştırılmakta ve kompleks reaksiyonların gerçekleştiği fermente sosislerde starter kültürlerin etkileri üzerine yoğunlaşmaktadır (Fadda *et al.* 1999a,b, Sanz *et al.* 1997a,b, Casaburi *et al.* 2007).

Laktik asit bakterileri, mikrokoklar ve koagülaz (-) stafilokoklar fermente sosislerden yaygın olarak izole edilen bakterilerdir (Seager *et al.* 1986, Hammes *et al.* 1990, Hammes and Hertel 1998). Kürlenmiş et ürünlerinde proteolizin nedeni genellikle endojen

enzimlere dayandırılmıştır (Toldrá *et al.* 1992, Verplaetse 1994). Buna karşın birçok araştırmada et proteinlerine mikroorganizmaların da proteolitik aktivite göstererek etki ettiği gösterilmiştir (Diaz *et al.* 1997, Rodriguez *et al.* 1998, Fadda *et al.* 1999a,b Sanz *et al.* 1999a,b). Bu etki, özellikle oligopeptit ve küçük peptitlerin ikincil hidrolizinde görülmüştür (Verplaetse *et al.* 1992, Verplaetse 1994).

Garcia'de Fernando ve Fox (1991), *P. pentosaceus* inoküle ederek ürettikleri fermente sosislerde olgunlaştırmanın ilk günlerinde miyofibriler proteinlerde ve çeşitli protein fraksiyonlarında değişimler olduğunu bildirmişlerdir. Miyosin ağır zinciri üretim süresince parçalanarak kaybolmuştur. Araştırmacılar, olgunlaştırmanın ilk günlerinde pH değerinde görülen düşme ve proteinlerin çözünürlüğünde görülen azalmaya bağlı olarak, özellikle sarkoplazmik proteinlerden düşük molekül ağırlığına sahip olan 15kDa ve 50kDa protein bantlarının parçalanarak kaybolduğunu bildirmişlerdir.

Santos *et al.* (2001), Fermente et ürünlerinde starter kültür olarak kullanılan *Debaryomyces hansenii*'nin proteolitik etkisini araştırmak amacıyla domuz kaslarından sarkoplazmik proteinleri izole etmişlerdir. Bu çalışmada *D. hansenii*'nin sentetik substratlara karşı, domuz kasından elde edilen sarkoplazmik proteinlerdeki proteinaz ve aminopeptidaz aktivitesi ölçülerek kıyaslanmıştır. Bu çalışmada sarkoplazmik proteinlerden 110 kDa ve 27-64 kDa protein bantlarında hidrolizin gerçekleştiği, proteolitik aktivite ile polar ve polar olmayan peptitlerin oluşumunun dikkate değer biçimde değiştiği bildirilmiştir.

Maurello *et al.* (2002), Naples tipi salamdan izole ettikleri 27 farklı *S. xylosus* suşunun sarkoplazmik ve miyofibriler proteinlere etkisini araştırmışlardır. Bu suşlardan 24 adedinde proteolitik aktivite tespit etmişlerdir. Bu çalışma süresince Naples tipi salamlarda üretim süresince ilk 15 günde sarkoplazmik proteinlerde, üretimin 15. gününden sonra ise miyofibriler proteinlerde önemli değişimler olduğunu bildirmişlerdir. Yine bu çalışmada 27 suştan 12 tanesinin sarkoplazmik proteinleri, 12 tanesinin miyofibriler proteinleri, 6 tanesinin ise her iki proteini de hidrolize ettikleri belirlenmiştir. Sarkoplazmik proteinlerin hidrolizinde 48,4, 41,6, 22,4 ve 20,3 kDa'luk protein

bantlarının yoğunluğunda azalma olduğunu göstermişlerdir. Miyofibriler proteinlerde ise myosin (220 kDa), aktin (45 kDa) ve tropomyosin-T1 (35 kDa) kaybolurken, 100 ve 25 kDa protein bantlarının ortaya çıktığını bildirmişlerdir.

Koagulaz (-) stafilokoklardan bazı türlerin genellikle fermente sosislerde flavor ve aroma oluşumunda ve son ürünün renk stabilitesinde etkili oldukları bilinmektedir (Nychas and Arkoudelos 1990, Bersani *et al.* 1991). Bu bakımdan koagulaz (-) stafilokoklardan özellikle *S. xylosus* ve *S. carnosus* fermente sosis üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Hammes and Knauf 1994, Hammes and Hertel 1998).

Genel olarak Çizelge 2.2.'de fermente et ürünlerinde kullanılan mikroorganizmaların aktiviteleri ile üründe meydana getirdiği değişimler görülmektedir.

Fermente et ürünlerinde taze et karışımı, doğal olarak farklı türde mikroorganizma içermektedir. Başlangıç mikroflorası karmaşık olup etten, yağdan, baharattan, katkı maddelerinden, çalışılan ortamdan ve çalışanlardan kaynaklanmaktadır. Bu mikroflora daha çok *Lactobacillus*, *Carnobacterium*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Enterococcus*, *Arthrobacter*, *Corynebacterium*, *Brochotrix*, *Listeria*, *Enterobacteriaceae*, maya ve küflerden oluşmaktadır (Hugas and Monfort 1997, Montel 1999). Bu mikroorganizmalardan *Pseudomonas*, *Acinetobacter* gibi gram negatif aerobik mikroorganizmalar, proteolitik aktivitelerinden ve/ya sülfür içeren aminoasitleri katabolize etmelerinden dolayı ürünün tekstüründe ve flavorunda bozulmalara neden olmaktadır. Bunun yanında *Clostridium*, *S. aureus*, *Listeria* ve *Enterobacteriaceae* gibi bazı patojen mikroorganizmalar da bu florada yer alabilmekte olup, üretim süresince çeşitli uygulamalarla rahatlıkla kontrol altında tutulabilmektedirler (Montel 1999, Ordóñez *et al.* 1999). Bu uygulamalar, starter kültür kullanımı ile pH değerinin, patojen mikroorganizmaların gelişemeyeceği 5,3 gibi düşük değere kısa sürede düşürülmesi ve de ısıl işlem uygulamasıdır.

Isıl işlem, et ve ürünlerinin muhafaza yöntemlerinden birisidir. Bu amaçla pastörizasyon ve sterilizasyon yapılmaktadır. Pastörizasyon işlemi sınırlı süre depolanan et ve

Çizelge 2.2. Fermente et ürünlerinin üretiminde kullanılan mikroorganizmaların biyokimyasal aktiviteleri (Montel 1999)

Metabolik proses	Ürünler	İlgili doku ve mikrobiyel enzimler	Ürün kalitesine etkisi	Etki düzeyi
Karbohidratların parçalanması	Laktat ve asetat (pH' da düşmeye sebep olmaktadır)	Laktik asit bakterilerinin enzimleri	İstenmeyen bakterilerin inhibisyonu	+++
			Tekstür ve renk gelişimi	++
Proteinlerin parçalanması	Diasetil, asetoin	Staphylococcus enzimleri	Flavor gelişimi	+ (veya aşırı durumda -)
	Peptitler	Doku proteinazları	Tekstür gelişimi	- (aşırı durumda)
Peptitlerin parçalanması	Amino asitler	Doku peptidazları, mikrobiyal peptidazlar	Flavor gelişimi	++
Aminoasit katabolizması	Aminler	Kontamine floradan bakteriyel enzimler	Güvenliğin azalması	-
	Aromatik bileşikler	Strecker reaksiyonu <i>Staphylococcus</i> veya laktik asit bakterilerinin enzimleri	Flavor gelişimi (dallanmış-zincirli amino asitler) Flavor gelişimi (sülfür içeren amino asitler)	++
Lipidlerin parçalanması	Yağ asitleri	Doku lipazları (asıl olarak), <i>Staphylococcus</i> lipazları (çok az etkili)	Flavor gelişimi	++ (veya aşırı durumlarda -)
Yağ asitlerinin oksidasyonu	Aldehitler	Kimyasal reaksiyonlar	Flavor gelişimi	-
		<i>Staphylococcus</i> ve laktik asit bakterilerinden antioksidant enzimler	Flavor ve renk gelişimi	++
Nitratın indirgenmesi	Ketonlar	Doku veya küf enzimleri	Flavor gelişimi	++
		<i>Staphylococcus'</i> dan nitrat redüktaz enzimi	Renk ve flavor gelişimi (oksidasyonun limitlenmesi)	+++
Nitritin indirgenmesi		Laktik asit bakterilerinden nitrit redüktaz enzimi	Güvenliğin artması	++

ürünlerinde mikrobiyel yükü azaltmak ve enzim inaktivasyonu için kullanılmaktadır (Wirth 1979). Bu amaçla ürün merkez sıcaklığı 65- 75°C olacak şekilde uygulama yapılmaktadır (Harel and Kanner 1985, Wirth 1990, Tayar 1994). Sucuk üretiminde sıcaklık 65°C'nin üzerine çıktığında ve 75°C'nin üzerinde ürünün yapısında ve aromasında bazı değişimler meydana gelmektedir (Wirth 1979, Tayar 1994). Pastörizasyon işlemi sırasında proteinlerin denatüre ve koagüle olmaları ve ortamdan suyun uzaklaşması ile sucuk daha sıkı ve sert bir yapı kazanmaktadır (Tayar 1989). Firmalar için büyük risk taşıyan bazı patojen mikroorganizmaların, özellikle *E. coli* ve koliform grubu mikroorganizmaların, ısıl işlem uygulaması ile yok edilmesi hijyenik üretim için önemli olmaktadır (Tayar 1989, Kanner 1994). Ancak uygulanan ısıl işlemle sucukta olması istenen bazı mikroorganizmalar da yok edildiği ve üründe arzu edilir özelliklerin gerçekleşmediği görülmüştür. Bu nedenle üründe meydana gelen mikrobiyolojik ve enzimatik reaksiyonları kontrol altında tutmak amacıyla starter kültür kullanımı önerilmektedir (Tayar 1989). Et ve ürünlerine uygulanan ısıl işlem oksidasyonda yer alan birçok faktörü etkilemektedir. Sıcaklık kas hücrelerini parçalamakta, enzimleri inaktif hale getirmekte ve oksimiyoglobinden oksijenin serbest kalmasına neden olmaktadır. Bu reaksiyon 60°C civarında hızlanmakta ve hidrojen peroksit oluşumu artmaktadır (Harel and Kanner 1985).

Bu kapsamda ülkemizde ısıl işlem görmüş sucuk üretimi gün geçtikçe artış göstermekte ve buna bağlı olarak bu tip sucuklarla ilgili araştırmalar yoğunluk kazanmaktadır. Sucukta ısıl işlem uygulaması ile ilgili ilk çalışmalar 1989 yılında Tayar tarafından yapılmıştır. Tayar (1989), geleneksel olarak ürettiği sucukları 45, 52, 60 ve 62 °C gibi farklı merkez sıcaklıklarında 3, 10, 15, 30, 45 ve 120 dakika gibi farklı sürelerde tutarak ısıl işlem uygulamıştır. Isıl işlem uygulaması sonrasında nem ve a_w değerlerinin azaldığını, buna bağlı olarak da yağ, protein, tuz, kül miktarında artış olduğunu belirtmiştir. Yine bu çalışmada, sucuklarda merkez sıcaklığın 62 °C'ye gelmesi ile koliform grubu bakterilerin tahrip olduğunu ve toplam bakteri sayısında da azalma olduğunu belirlemiştir. Standartlara uygun olması açısından nem miktarının %40'ın altına düşmesi için en az 3 gün fermentasyona bırakılması ve ısıl işlem uygulanmasından sonra sucukların hemen soğutulması gerektiğini ifade etmiştir.

Sucuklarda ısıtma işlemi uygulaması ile ilgili bir diğerk çalışmada 7 farklı starter kültür ve bunların kombinasyonları kullanılarak üretim yapılmıştır (Filiz 1996). Üretimde fermentasyon süresince (1., 2. ve 3. günlerde) bir kısım sucuk alınmış ve bunlara merkez noktası 72°C'ye ulaşınca 30 dakika bekletilerek ısıtma işlemi uygulanmıştır. Isıtma işlemi uygulaması ile mikrobiyel yükte laktik asit bakterilerinde 4 logaritmik, mikrokoklarda 3 logaritmik birim azalma olduğu ve koliform ve *E. coli*'nin tamamen yok edildiği bildirmiştir. Bu çalışmada ayrıca ısıtma işlemine bağlı olarak nem miktarının düştüğu, yağ ve protein miktarlarının arttığı ve pH değerinde artış olduğu bildirilmiştir. Araştırmacı yaptığı bu çalışma ile kısa sürede iyi kalitede sucuk üretimi için, kontrollü koşullarda starter kültür kullanımı ile birlikte, ısıtma işlemi uygulamasının yararlı olacağını bildirmiştir.

Vural (1998), *P. acidilactici* (PA), *S. xylosus* + *P. pentosaceus* (SX+PP), *S. carnosus* + *L. pentosus* (SC+LP) starter kültürleri kullanarak ve starter kültür kullanmadan (kontrol) ürettiği sucuklara 36 saat fermentasyon ve daha sonra merkez nokta sıcaklığı 55°C'ye ulaşıncaya kadar bir ısıtma işlemi uygulanmıştır. Isıtma işlemi sonrasında sucukları oda sıcaklığına kadar soğutmuş ve 3 gün kurutmuştur. Üretimde, sucuk hamurunda 5,99 olan pH'nın fermentasyon, ısıtma işlemi ve kurutma uygulanmış sucukların kontrol gurubunda 5,61, starter kültürü olanlarda 5,16 - 5,55 arasında değiştiğini ve starter kültür kullanılan sucuklar arasında PA grubunun en hızlı pH düşüşünü gösterdiğini bildirmiştir. Isıtma işlemi uygulanan sucuklarda *P. acidilactici* kullanımının özellikle hızlı pH düşüşüne neden olduğu, renk gelişimi, görünüm, lezzet ve genel kabul edilebilirliği olumlu yönde etkilediği bildirmiştir.

Anar ve arkadaşları, starter kültür (*S. carnosus* ve *L. pentosus*) kullanarak ve kullanmadan geleneksel olarak ürettikleri sucuklarda üç günlük fermentasyon sonrasında 63°C'de bir saat süresince ısıtma işlemi uygulamışlardır. Çalışmada starter kültür kullanımı, yeterli fermentasyon ve sonrasında ısıtma işlemi uygulaması ile endüstriyel açıdan sorun oluşturabilecek mikroorganizmaların elemine edilebildiği, duyuasal açıdan da tüketicileri tatmin edebilecek düzeyde ürün elde edildiği ifade edilmiştir (Anar vd. 2000).

Bir diğerk çalışmada, sucuk üretiminde 73 °C'de 45 dakika ısıtma işlemi uygulaması yapmıştır.

Çalışmada aynı sucuk hamurunun bir kısmı ısıl işleme tabi tutulmuşken diğer kısmı geleneksel olarak üretilmiştir. Üretim sonrası elde edilen sucuklar vakum paketlenerek 4°C'de üç ay depolanmıştır. Isıl işlem uygulanan sucuklarda nem miktarının geleneksel üretime göre daha fazla olduğu, protein, yağ, kül ve tuz miktarlarının ise geleneksel üretilmiş sucuklarda daha fazla olduğu belirlenmiştir. Yine sucuk hamurunda 6,39 olarak belirlenen pH değerinin geleneksel üretimle 4,63 değerine kadar düştüğü, ısıl işlem uygulanan sucuklarda ise 6,09 pH değerinde kaldığı görülmüştür. Isıl işlem uygulanan sucuklarda serbest yağ asitliği değerinin geleneksel yöntemle üretilen sucuklara göre daha düşük olduğu, peroksit değerinin ve TBA değerinin ise daha yüksek değerlere ulaştığı görülmüştür (Coşkuner 2002).

Ercoşkun (2006), *S. carnosus* ve *L. plantarum* ilave ederek geleneksel Türk sucuğu üretmiştir. Üretimin 0, 1, 2, 3, 4, 5, ve 6 günlerinde sucuklardan bir kısmını alarak merkez sıcaklık 60° C'ye gelene kadar ısıtmış ve 10 dakika ısıl işlem uygulamıştır. Yapılan bu çalışmada, 2-3 gün fermentasyon işleminden sonra ısıl işlem uygulanması durumunda geleneksel Türk sucuğuna yakın özellikleri veren sucuk üretimi yapılabileceği bildirilmiştir. Yine fermentasyon süresi uzadıkça daha fazla pH düşüşü olduğu ve bu düşüşün ısıl işlemin mikrobiyel yıkım etkisini arttırdığı bildirilmiştir. 60°C sıcaklıkta 10 dakika ısıl işlem uygulaması ile sucuklarda koliform bakteri yıkımının %100 oranında olduğu bildirilmiştir. Çalışmada, fermentasyon süresi uzadıkça su miktarının azaldığı, protein, yağ, kül ve tuz miktarlarının artış gösterdiği; fermentasyonun beşinci gününe kadar pH değerinin düştüğü, bundan sonra artış gösterdiği ve ısıl işlem uygulamasının pH değerinde artışa neden olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, ısıl işlem uygulaması ile lipid oksidasyon hızının arttığı, kalıntı nitrit miktarının azaldığı ve sucuk renginde açılma olduğu ortaya konulmuştur.

Wu *et al.* (1991), *P. acidilactici* H ve *L. plantarum* 27 inoküle ederek ürettikleri fermente koyun sosislerini 30 °C'de %90-92 bağıl nemde fermentasyona bırakmışlardır. Fermentasyon sonrası, pH değeri 4,9-5,0'a ulaştığında 68 °C'de, merkez sıcaklık 60 °C'ye ulaşana kadar ısıl işlem uygulamışlardır. Bu işlemin ardından hemen soğuk su duşu ile soğutup, nem %40-45 olana kadar kurutma yapıp vakum paketlenmişlerdir. Vakum paketlenedikleri ürünleri 4 °C'de 3 ay depolanmışlardır. Bu çalışmada starter kültür kullanımı

ile a_w , pH, kül, protein içeriği ve yağ asidi kompozisyonunun değişiklik göstermediğini ve bu ürünlerin 4 °C’de 50-60 gün depolanması süresince tüketilebileceklerini belirtmişlerdir.

Türk standartları enstitüsünün geleneksel sucuklar için belirlediği mikrobiyolojik kriterlere göre aerob mezofil bakteri sayısının 10^5 - 10^6 kob/g, *S. aureus*’un 10 - 10^2 kob/g, koliform bakteri sayısının 10 EMS/g ve *E. coli*’nin 0 kob/g olması gerektiği bildirilmiştir. Yine TSE sucuk standardına göre nem miktarı en çok %40, pH 5,4-5,8 arasında; Et ürünleri tebliğine göre ise sucuklarda nem miktarının en çok %40, pH değerinin ise en çok 5,4 olabileceği bildirilmiştir. Yine et ürünleri tebliğinde ısıl işlem görmüş sucuklarda yağ miktarının en çok %40, pH değerinin en çok 5,8 olabileceği bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda sucuk ve ısıl işlem görmüş sucukların üretimlerinin standart ve et ürünleri tebliğine uyum gösterdiği görülmüştür (Anonim 1997, 2000).

Klement *et al.* (1973), 37°C’de fermente ettikleri sosisleri merkez sıcaklık 55°C’ye gelene kadar ısıl işlem uygulamışlardır. Üretimde %2,5 NaCl ve starter , %3 NaCl ve starter ve %3 NaCl içeren kontrol grubu olmak üzere 3 grupta çalışmışlardır. Tuz konsantrasyonunun artmasının proteolitik enzimleri inaktive ederken pH düşüşünü aktive ettiğini belirlemişlerdir.

Franz and Holy (1996), vakum paketlenmiş vienna sosislerinde merkez nokta 60 °C’ye ulaşana kadar, 63 °C’de 3 dakika ve 63 °C’de 6 dakika olacak şekilde üç farklı sıcaklıkta pastörizasyon uygulamışlardır. Bu sosislerde laktik asit bakterileri, basiller, gram pozitif ve katalaz pozitif koklar, enterobakteriler yer almaktadırlar. Isıl işlem uygulaması ile bu mikroorganizmaların yükünde 60 °C’de %74,6, 63 °C’de 3 dakika ısı uygulamasında %66,4 ve 63 °C’de 6 dakika ısı uygulamasında %52,9 oranında azalmanın olduğunu göstermişlerdir.

Isıl işlem uygulaması yapılan yaz tipi fermente sosislerde (summer sausage), sarkoplazmik proteinlerin çözünürlüğünde azalma gözlenmişken, miyofibriler proteinlerde önemli bir etkinin olmadığı belirtilmiştir. Ortamda bulunan tuzların sarkoplazmik proteinleri çözmesi miyofibriler proteinlere göre daha fazla olmakta ve

sarkoplazmik proteinlerde görülen denatürasyon, miyofibriler proteinlerin çözünürlüğünün azalmasına neden olmaktadır. Sarkoplazmik proteinlerden NPN oluşumu pH 7,4 den 6,8'e düştüğünde artış gösterirken, miyofibriler proteinlerden NPN oluşumu pH 7,4'den 5,4'e düştüğünde artış göstermiştir. Bu çalışmada, miyofibriler proteinlerin hidrolize olabilmeleri için pH değerinin 5,4'ün altına düşmesi ve bu pH'nın altında bakteriyel proteolitik enzimlerin etkili olabildiğini belirtmişlerdir (Klement *et al.* 1974).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Doğu Anadolu Kırmızısı ırkına ait, aynı koşullarda yetiştirilmiş bir sürüden 3 sığır seçilmiş ve Kazan Belediyesi Mezbahasında kesime alınmıştır. Sucuk üretimi için her bir sığırın kol döş ve göğüs etleri ayrılmıştır. Bu etler, Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ndeki soğuk hava deposunda 4 ± 2 °C'de 24 saat dinlendirilmiştir. Aynı mezbahadan kuyruk yağı temin edilmiş ve -18 °C'de dondurulmuştur.

Sucuk üretiminde kullanılan baharat, (acı kırmızı biber, tatlı kırmızı biber, karabiber ve kimyon) Ankara piyasasından (Bağdat Baharat A.Ş.,Ankara) temin edilmiştir. Çalışmada starter kültür olarak Bactoferm TSPX 200 , CHR HANSEN, Rudolf Müller kodlu (*S. xylosus* ve *P. pentosaceus*) proteolitik ve homofermentatif özellikteki laktik asit bakterileri karışımı kullanılmıştır (Bactoferm, Almanya). Sofralık tuz, şeker ve sarımsak piyasadan temin edilmiştir. Sodyum nitrit (Merck) ve sodyum nitrat (Merck) analitik saflıkta kullanılmıştır.

Sucukların dolumunda kılıf materyali olarak 36 mm çapında kollogen karakterli kangal şeklinde sentetik kılıf kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Sucuk üretimi

Sucuk üretiminde Çizelge 3.1.'de verilen formülasyon kullanılmıştır. Üretimde kullanılacak etler görünür yağ, tendon, kıkırdak, sinir ve bağ dokularından temizlenmiştir. Donmuş yağ ise -1 °C civarına yumuşatılmıştır.

Et ve yağ ayrı ayrı 12 mm delik çapında ayna kullanılarak kuşbaşı çekilmiş ve tartımla iki gruba ayrılmıştır (Şekil 3.1.). Gruplardan biri geleneksel sucuk üretimi için, diğeri ise ısı işlem uygulayarak sucuk üretimi için kullanılmıştır. Elde edilen kuşbaşı et ve yağ karışımları,

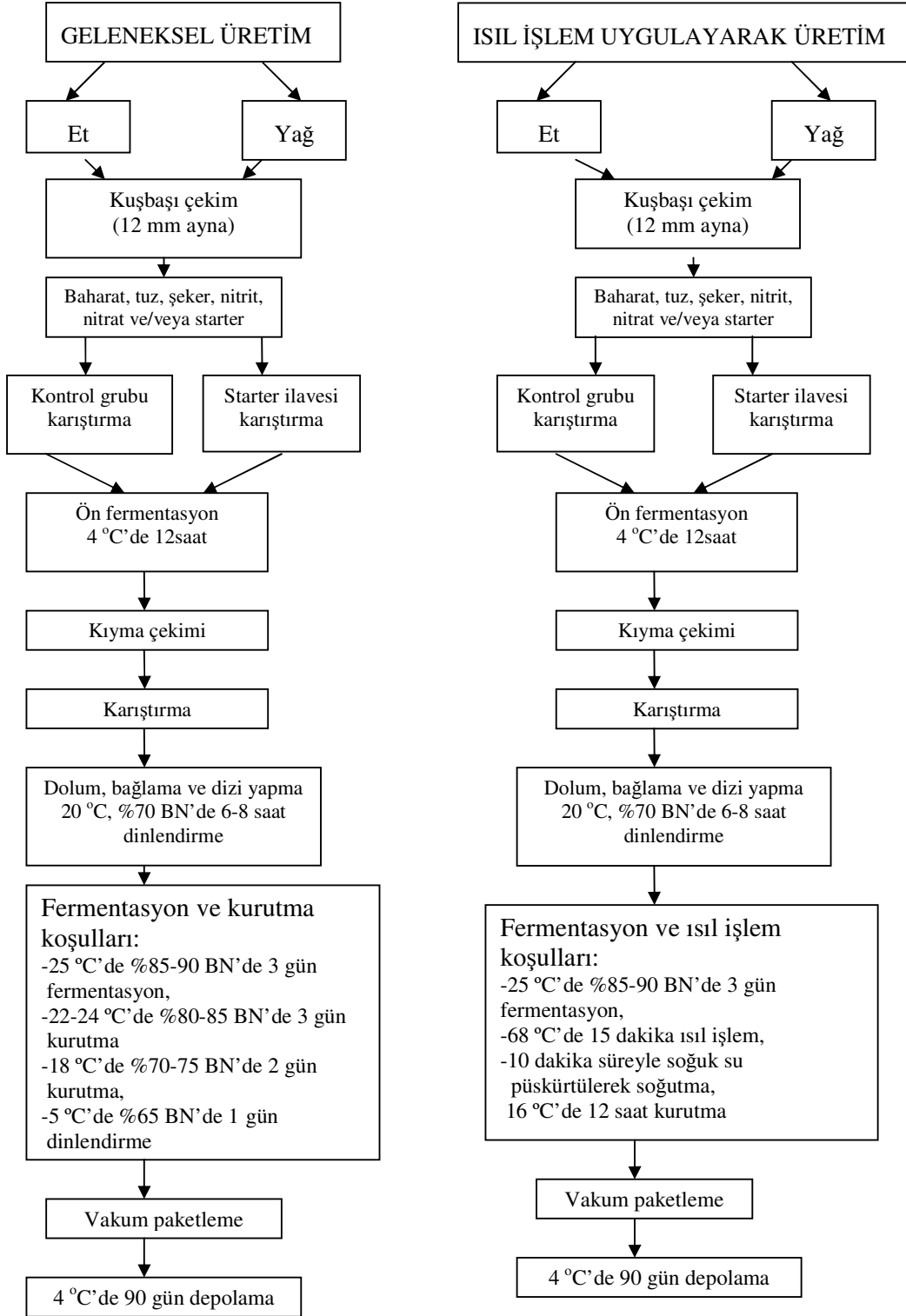
Çizelge 3.1. Sucuk formülasyonu

	Kontrol	Starterli
Et	12,5 kg	12,5 kg
Yağ	3,13 kg	3,13 kg
Tuz	250 g	250 g
Sarımsak	188 g	188 g
Şeker	79 g	79 g
Acı toz biber	79 g	79 g
Tatlı toz biber	94 g	94 g
Karabiber	94 g	94 g
Kimyon	125 g	125 g
Sodyum nitrat	0,005 g	0,005 g
Sodyum nitrit	0,00125 g	0,00125 g
Starter Kültür	-	+

paslanmaz çelik kaptaki hesaplanmış miktardaki baharat ve diğer katkılarla homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Her bir grup kendi içerisinde iki alt gruba ayrılmıştır. Gruplardan birine starter kültür ilave edilerek starterli grup, diğerine starter kültür ilavesi yapılmadan kontrol grubu elde edilmiştir. Elde edilen gruplar $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de bir gece ön fermentasyona bırakılmıştır. Bu işlem sonrası, kıyma makinasında 3 mm çapında ayna kullanılarak önce kontrol grubu, sonra starterli grup çekilerek (Arı Torna Ltd. Şti., İstanbul) sucuk hamurları elde edilmiştir. Sucuk hamurları yine önce kontrol, sonra starterli grup olmak üzere, hidrolik dolmuş makinası (Yuneka Metal Ltd. Şti., Bursa) kullanılarak 36 mm delik çapında kollagen kılıflara 15 cm uzunlukta doldurulmuş ve uçları bağlanmıştır. Elde edilen sucuk kangalları, beşerli diziler halinde paslanmaz çelik askılara alınarak 20°C 'de ve %70 bağıl nemde (BN) 6-8 saat dinlendirilmiştir. Daha sonra askılar, sıcaklığı, nemi ve hava hızı kontrol edilebilen inkübasyon kabinine (Biogen Ltd. Şti, Ankara) alınmıştır. Sucuk üretimi geleneksel ve ısı işlem olmak üzere, Şekil 3.1.'de verilen koşullarda gerçekleştirilmiştir .

Geleneksel sucuk üretimi:

Kontrol ve starterli sucuklar inkübasyon kabininde 25°C 'de ve %85-90 BN'de 3 gün fermentasyona maruz bırakılmış, daha sonra $22-24^{\circ}\text{C}$ 'de ve %80-85 BN'de 3 gün, 18°C 'de ve %70-75 BN'de 2 gün kurutulmuş ve 5°C 'de %65 BN'de bir gün dinlendirilmiştir.



Şekil 3.1. Sucuk üretim akış şeması

Isıl işlem görmüş sucuk üretimi:

Kontrol ve starterli sucuk grupları inkübasyon kabinine alınmış ve 25 °C'de ve %85-90 BN'de 3 gün fermentasyona bırakılmıştır. Fermentasyon aşamasını takiben sucuklara ısı işlem uygulanmıştır. Bu amaçla paslanmaz çelik askılarla pişirme kabinine (Schöller, Almanya) yerleştirilen sucuklar, sıcaklık sensörü kullanılarak merkez noktada sıcaklık 68 °C'ye gelinceye kadar tutulmuş ve bu sıcaklıkta 15 dakika ısı işlem uygulanmıştır. Isıl işlem sonrası sucuklar bekletilmeden 10 dakika süreyle soğuk su püskürtülerek sıcaklıkları hemen oda sıcaklığına düşürülmüştür. Sucuklar daha sonra 16 °C'de 12 saat kurutulmuştur.

Geleneksel sucuk üretimi 9 günde, ısı işlem görmüş sucuk üretimi 5 günde tamamlanmıştır. Üretim aşamasını tamamlayan geleneksel ve ısı işlem görmüş sucuklar bekletilmeden vakum paketlenmiş ve 4 °C'de 90 gün depolanmıştır.

Çalışmada proteolitik ve homofermentatif starter kültür kullanımının ve ısı işlem uygulamasının geleneksel tip üretilen sucuktan farklılıkları fizikokimyasal, kimyasal, biyokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuusal analizlerle ortaya konulmuştur.

3.3. Örnek Alma ve Analiz Yöntemleri

Sucuk üretimi ve depolanması süresince uygulanacak mikrobiyolojik, fizikokimyasal, kimyasal ve biyokimyasal analizler için her bir gruptan rastgele 3 kangal sucuk alınmıştır. Öncelikle mikrobiyolojik analiz için steril koşullarda her bir kangaldan doğrudan örnek alınmıştır. Geriye kalan örneklerin kılıfları soyularak mutfak robotunda (Arçelik A.Ş.) parçalanarak homojen hale getirilmiş; nem, protein, yağ, kül, su aktivitesi (a_w), toplam serbest yağ asitleri (SYA), yağ asidi dağılımı, tiyobarbiturik asit (TBA), toplam karbonil, sülfidril, toplam protein çözünürlüğü ve protein olmayan azot (NPN) analizleri için kullanılmıştır. Duyusal panel ve renk analizleri için ayrıca örnek alımı yapılmıştır. Duyusal analizler çiğ ve pişmiş sucuklarda, üretim sonunda ve depolama süresince aylık periyotlarda yürütülmüştür. Çalışma üç tekrerrür yapılmıştır. Analizler her tekrerrür üç paralel olarak yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlar üç tekrerrür ve üç paralel ortalamaları olarak verilmiştir.

3.3.1. Nem miktarı tayini

Yaklaşık 5 g örnek, daha önce 105°C’de kurutulmuş ve darası alınmış kaplara tartıldıktan sonra 105°C’deki etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Nem miktarı meydana gelen ağırlık kaybından % olarak hesaplanmıştır (Anonymous 1990).

3.3.2. Protein miktarı tayini

Örneklerin % azot miktarları makro Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiş ve 6.25 faktörü ile çarpılarak % protein miktarı hesaplanmıştır (Anonymous 2000).

3.3.3. Yağ miktarı tayini

Sucuk örneklerinin yağ miktarları Soxhlet yöntemi kullanılarak belirlenmiş ve % olarak hesaplanmıştır. Çözgen olarak dietil eter kullanılmıştır (Anonymous 2000).

3.3.4. Kül miktarı tayini

Yaklaşık 3 g örnek daha önce 105°C’de kurutulup, soğutulan ve darası alınan kül krozesine tartılmış ve kademeli olarak 550°C’ye getirilerek bu sıcaklıkta gri-beyaz renk alana kadar yakılmıştır. Kül miktarı % olarak hesaplanmıştır (Anonymous 2000).

3.3.5. pH tayini

10 g örnek üzerine 100 mL saf su ilave edilerek bir dakika Ultra Turraks (IKA-Ultra Turrax T25, Germany) ile 13 500 devir/dakika’da homojenize edilmiştir. Örneğin pH değeri, uygun tamponlarla (pH 4 ve pH 7 tampon) standardize edilmiş pH metre (Orion 420A, Amerika Birleşik Devletleri)’de belirlenmiştir.

3.3.6. Su aktivitesi (a_w) tayini

Örneklerin su aktivitesi değerleri, su aktivitesi cihazı (Novasina Thermoconstanter TH200, İsviçre) kullanılarak 20 °C’de okunmuştur.

3.3.7. Renk tayini

Bu amaçla, Minolta renk ölçüm cihazı (Minolta CR300 Reflectance Colorimeter, Osaka, Japonya) cihazı kullanılarak ölçümler yapılmıştır. Örneklerde, CIE L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık), b^* (sarılık) değerleri ölçülmüştür. Renk okumaları sucuk dilimi kesit yüzeyinde, beş farklı noktada yapılmıştır.

3.3.8. Serbest yağ asitleri (SYA) tayini

25 g örnek 50 mL kloroform-methanol (2:1) ile karıştırılarak Waring blenderde (Waring Commercial, New Hartford, CT, Amerika Birleşik devletleri) 2 dakika karıştırılmış, Whatman No. 54 filtre kağıdından süzölmüş, örnek tekrar 50 ml kloroform/methanol (2/1) ile karıştırılarak tekrar süzölmüştür. Toplanan filtrattaki kloroform fazı, rotary evaporatör (Heidolph, Laborata 4011, Almanya) kullanılarak uçurulmuştur. Elde edilen yağda iz miktardaki kloroform, azot gazı kullanılarak tamamen uzaklaştırılmıştır.

Yağ örneğinden 5-10 g hassas olarak 250 mL’lik erlenmayere tartılmış ve üzerine 50 mL nötrale edilmiş etanol (%95’lik) ilave edilip iyice karıştırılmıştır. Hazırlanan çözelti fenolftaleyn indikatörü eşliğinde 0.1 N NaOH çözeltisi ile pembe renk oluşuncaya ve renk bir dakika kararlı kalıncaya kadar titre edilmiştir. SYA değeri mg KOH/g (% oleik asit cinsinden) cinsinden aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Vural ve Öztan 1996).

$$SYA = (V \times N \times 28,2) / m$$

V: Harcanan NaOH çözeltisi miktarı (ml)

N: Kullanılan NaOH’in normalitesi

m: Örnek miktarı (g)

3.3.9. Tiyobarbiturik asit (TBA) sayısı tayini

10 g örnek, 49 mL saf su ve 1 mL sülfanilamid çözeltisi (%20'lik HCl içerisinde %0.5'lik sülfanilamide) ile 2 dakika homojenize edilip, 48 mL saf su ile yıkanarak Kjeldahl balonuna aktarılmıştır. Kjeldahl balonuna 2 mL 4 N HCl çözeltisi ilave edilmiştir. Yine bu karışıma kaynamanın homojen olması için kaynama boncuğu ve köpürmeyi önlemek için sıvı parafin eklenmiş ve Kjeldahl düzeneğinin destilasyon bölümüne yerleştirilmiştir. Yaklaşık 10 dakika içinde 50 mL destilat elde edilmiştir. Ağzı kapaklı tüplerde 5 ml destilat ve 5 ml 0.02 M 2-tiyobarbiturik asit çözeltisi (%90 glasiel asetik asit ile taze olarak hazırlanmış) ile karıştırılarak 35 dakika kaynar su banyosunda tutulmuştur. Musluk suyu altında soğutulan tüplerdeki çözeltilerin absorbansı, 538 nm dalga boyunda spektrofotometrede (LABOMED, INC., Amerika Birleşik Devletleri) okunmuştur. Sonuçlar 7,8 faktörü ile çarpılarak TBA değeri mg malonaldehit/kg örnek olarak verilmiştir (Tarladgis *et al.* 1960, 1964).

3.3.10. Yağ asitleri dağılımının belirlenmesi

Yağ asitleri dağılımının belirlenmesinde, kloroform-metanol (2:1) ile 3.3.8.'de anlatıldığı gibi soğuk ekstraksiyonu yapılan ve daha sonra rotary evaporatör'de kloroform fazının uçurulması ile elde edilen yağ örnekleri kullanılmıştır. Yağ örneklerinin esterleştirilmesinde IUPAC yöntemi (Anonymous, 1987) kullanılmıştır. Bunun için 0,4 g yağ örneği 4 mL izo-oktan içerisinde çözüldürülmüştür. Üzerine 0,2 mL metanollü KOH çözeltisinden eklenmiş, 30 saniye karıştırılmış ve 6 dakika karanlık ortamda bekletilmiştir. Üzerine 1-2 damla metil-oranj ve 0,45 mL 1N HCl eklenerek kuvvetle karıştırılmış ve faz ayrımı için oda koşullarında 30 dakika beklenmiştir. Ayrılan berrak faz metil ester şişelerine alınmıştır. Şişelerden gaz kromatografi cihazının otomatik enjektörüyle 1 µL alınıp gaz kromatografisi cihazında pikler saptanmıştır. Örneklerden elde edilen pikler, yağ asitleri standart pikleriyle karşılaştırılarak tanımlanmış ve yağ asitleri % olarak hesaplanmıştır.

Gaz kromatografisi ve çalışma koşulları aşağıda belirtilmiştir:

Alet	: Agilent 6890 GC, Almanya
Dedektör	: FID
Kolon	: Supelco SP – 2380, 60,0 m (uzunluk) x 250 µm (kalınlık) x 0.20µm (çap)
Fırın çalışma sıcaklığı	: Başlangıç 165 °C'de 10 dakika, sıcaklık 10°C/dakika arttırılarak 190°C'de 20 dakika
Taşıyıcı gaz	: Hidrojen 30 mL/dakika, hava gazı 300 mL/dakika, azot 45.0 mL/dakika
Split	: 50/1, split akış hızı 71,0 mL/dakika
Sıcaklıklar	: Enjektör 250 °C
Dedektör	: 250 °C

3.3.11. Toplam karbonil miktarı tayini

Protein oksidasyonunun göstergesi olarak kabul edilen toplam karbonil miktarı tayini Liu *et al.* (2000) yöntemine göre yapılmıştır. Bu amaçla, 10 g sucuk örneği 100 mL destile su ile 1 dakika 4 °C'de 13500 devir/dakikada Ultra Turraks ile homojene edilmiştir. Bu karışımdan 50 µL alınmış ve içinde 2 mL 10 mM DNPH (2,4- dinitrophenilhidrazin, Merck) bulunan tüplere aktarılmıştır. Yine karışımdan 50 µL alınmış ve referans okuma için, içinde sadece 2mL 2 M HCl bulunan tüplere aktarılmıştır. Bütün tüpler oda sıcaklığında 1 saat boyunca her 15 dakikada bir karıştırılarak inkübe edilmiştir. Sonra reaksiyonu durdurmak için tüm tüplere 2 mL %20'lik trikarboksilikasit (TCA) eklenmiştir. Tüpler oda sıcaklığında 2000xg'de 10 dakika santrifüj (Sigma 3K 15, Postfach, Almanya) edilmiştir. Santrifüj sonrası süpernatant dökülmüş ve geriye kalan pellet 4 mL etanol/etilasetat (1:1) karışımı ile karıştırılarak 10 dakika bekletilmiştir. Sonra yine aynı koşullarda santrifüjleme yapılmıştır. Süpernatant dökülmüş ve pellet bu şekilde yıkanmıştır. Yıkama işlemi 3 kez tekrar edilmiştir. En son yıkama işlemi sonrası elde edilen pellet kuru hava akımında kurutulmuştur. Her bir tüpe 1,5 mL 6,0 mM guanidin-HCl (pH 2,3, triflorasetikasit ile ayarlanmış) çözeltisi eklenerek pellet çözündürülmüştür. Okuma işlemi, 370 nm'ye ayarlanmış spektrofotometrede 1,5 mL 6,0 mM guanidin-HCl (pH 2,3, triflorasetikasit ile ayarlanmış) çözeltisine karşı referans ve örnek absorbansları ölçülerek yapılmıştır. Hesaplama ekstinksiyon katsayısı (E_c) $22,000 M^{-1}cm^{-1}$ kullanılmıştır.

Karbonil absorbansı = örnek absorbans değeri – referans absorbans değeri – şahit absorbans değeri

Sonuçlar, nmol karbonil/mg protein olarak hesaplanmıştır.

3.3.12. Toplam sülfidril miktarı tayini

Analiz için, 1 g sucuk örneği 100 mL 0,1 M K₂HPO₄ (pH 7,4) tampon çözelti ile 1 dakika 13 500 devir/dakika'da Ultra Turraks ile soğuk koşullarda homojene edilmiştir. Elde edilen bu örnekten 0,5 mL alınmış ve üzerine 2 mL üre-SDS çözeltisi eklenerek çözündürülmüştür. Çözünen bu karışıma 0,5 mL 0,1M K₂HPO₄ (pH 7,4) tampon çözeltisi eklenerek referans elde edilmiştir. Örnek absorbansı hazırlamak için, yine örnekten 0,5 mL alınmış ve üzerine 2 mL üre-SDS çözeltisi konularak çözündürülmüştür. Bu çözelti üzerine içinde 10 mM DTNB bulunan 0,5 mL 0,1M K₂HPO₄ (pH 7,4) tampon çözeltisi eklenmiştir. Şahit okuma için ise 0,5 mL saf su alınmış üzerine 2 mL üre-SDS tampon eklenmiş sonra üzerine tekrar içinde 10 mM DTNB bulunan 0,5 ml 0,1M K₂HPO₄ (pH 7,4) tampon çözeltisi eklenmiştir. Örneklerin tümü oda sıcaklığında 15 dakika inkübe edilmiştir. Spektrofotometrede 412 nm'de örnek okumaları, kör ve referansa karşı yapılmıştır. Sülfidril içeriğinin hesaplanmasında ekstinksiyon katsayısı (E_c) 11400 M⁻¹cm⁻¹ kullanılmıştır (Liu *et al.* 2000).

$$E (M^{-1}cm^{-1}) = \text{Absorbans} / (\text{ışık yolu (cm)} \times \text{konsantrasyon (mol/l)})$$

Sonuçlar, nmol sülfidril/ mg protein olarak hesaplanmıştır.

3.3.13. Protein olmayan azot (NPN) miktarı tayini

Protein olmayan azot (NPN) miktarı, Hughes *et al.* (2002)'ın önerdiği yöntemle göre belirlenmiştir. 10 g sucuk örneği 20 mL %2'lik TCA (Merck) ile Ultra Turraks kullanılarak (13 500 devir/dakika) 1 dakika homojene edilmiştir. Karışım 10 000xg'de soğutmalı santrifüjde 4°C'de 20 dakika santrifüjlenmiştir. Buradan elde edilen supernatanttaki toplam azot makro Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir. Sonuçlar % NPN olarak hesaplanmıştır.

3.3.14. Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Jel Elektrofrez (SDS-PAGE)

3.3.14.1. Sarkoplazmik ve miyofibriler proteinlerin ekstraksiyonu

Sucuk örneğinden 5 g, 40 mL 0,03M K₂HPO₄ (pH 7,4) tampon çözelti ile Ultra Turraks kullanılarak 13 500 devir/dakika hızda 2 dakika homojene edilmiştir. Karışım, 10000xg' de 20 dakika 4°C' de santrifüjlenmiştir. Santrifüj sonrası elde edilen berrak süpernatant sarkoplazmik proteinleri içermektedir. Süpernatant ortamdaki alınmış ve altta kalan pelletten miyofibriler proteinler elde edilmiştir. Bu amaçla, pellet 40 mL 8M üre ve %1 β-merkaptotanol içeren çözelti ile 2 dakika Ultra Turraks ile 13500 devir/dakika'da 2 dakika homojene edilmiştir. Karışım 10000xg'de 20 dakika 4 °C'de santrifüjlenmiştir. Süpernatant miyofibriler proteinleri içermektedir. Her bir süpernatantın protein konsantrasyonu Biüre yöntemi (Gornall *et al.* 1949) kullanılarak belirlenmiştir. Daha sonra protein konsantrasyonları deiyonize saf su kullanılarak 6 mg/mL'ye ayarlanmıştır (Hughes *et al.* 2002). Örnekler jelde koşturulana kadar -65 °C'de saklanmıştır.

3.3.14.2. Jel hazırlama ve geliştirme

Protein ekstraktlarının konsantrasyonları (6 mg/mL), SDS-PAGE örnek tamponu kullanılarak 3 mg/mL'ye ayarlanmıştır. Örnekler elektrofrez öncesi kaynar su banyosunda 5 dakika kaynatılmıştır. Jellere 20 µL örnek enjekte edilerek yükleme yapılmış, geliştirme işlemi yükleme jelinden ayırma jeline geçene kadar 15mA sabit akımda, ayırma jeline geçtikten sonra ise 45mA sabit akımda gerçekleştirilmiştir. Jel hazırlama ve geliştirme işlemi, 10x10 cm boyutlarında, dikey jel tankı (CLP vertical mini gel, Amerika Birleşik Devletleri) ve güç kaynağı (CLP Power supplies, Amerika Birleşik Devletleri) kullanılarak yapılmıştır.

Sarkoplazmik proteinlerin geliştirilmesinde % 3'lük yükleme ve % 10'luk ayırma jeli, miyofibriler proteinlerin geliştirilmesinde % 3'lük yükleme ve % 12'lik ayırma jeli kullanılmıştır (Copeland 1994). Jeller Laemmli (1970)'nin yöntemine göre geliştirilmiştir. Protein bantlarının tanımlanmasında yüksek (S8320) ve düşük (SDS-7) molekül ağırlığına sahip protein standardı karışımları kullanılmıştır (Sigma-Aldrich Chemie, Steinheim,

Almanya).

Yüksek molekül ağırlıklı protein standardı (205 000-36 000 Dalton aralığında)

205 000 : Tavşan kasından elde edilen miyosin

116 000 : *E.coli*'den elde edilen β -galaktozidaz

97 000 : Tavşan kasından elde edilen fosforilaz b

90 000 : Anne sütünden elde edilen laktoferrin

66 000 : Sığır serumundan elde edilen albumin

55 000 : Sığır karaciğerinden elde edilen glutamik dehidrogenaz

45 000 : Tavuk yumurtasından elde edilen ovalbumin

36 000 : Tavşan kasından elde edilen gliseraldehid-3-fosfat dehidrogenaz

Düşük molekül ağırlıklı protein standardı (66 000-20 100 Dalton aralığında)

66 000 : Sığırdan elde edilen albumin

45 000 : Yumurtadan elde edilen albumin

36 000 : Tavşan kasından elde edilen gliseraldehid-3-fosfat dehidrogenaz

29 000 : Sığırdan elde edilen karbonik anhidraz

24 000 : Sığır pankreasından elde edilen tripsinojen

20 100 : Soyadan elde edilen tripsin inhibitörü

14 200 : İnek sütünden elde edilen α -laktalbumin

3.3.15. Toplam protein çözünürlüğü

Sucuk örneğinden 2 g tartılarak, 20 mL 1,1 M KI ve 0,1 M K_2HPO_4 (pH 7,4) tamponunda hazırlanmış 1,1M KI çözeltisi ile 20 saniye soğuk koşullarda (4 °C) Ultra Turraks ile en yüksek devirde homojene edilmiştir. Elde edilen karışım 6000 g'de 15 dakika 4 °C'de santrifüjlenmiştir. Süpernatantın protein konsantrasyonu Biüre yöntemi (Gornall *et al.* 1949) ile mg/mL olarak bulunmuştur. Aynı şekilde sucuk örneğinin toplam protein konsantrasyonu Biüre ile mg/mL olarak bulunmuştur (Farouk and Swan 1998). Toplam protein çözünürlüğü bir sonraki sayfada verilen formülle hesaplanmıştır.

% Toplam protein çözünürlüğü = [Süpernatanttan elde edilen protein konsantrasyonu (mg/mL)/ sucuk örneğinden elde edilen toplam protein konsantrasyonu (mg/mL)]x100

3.3.16. Mikrobiyolojik analizler

Sucuk örneğinden aseptik koşullarda 10 g alınarak, steril poşetlere konuldu ve üzerine 90 ml steril fizyolojik tuzlu su (FTS, % 0,85 NaCl) ilave edilerek, stomacherde (Seward Stomacher 400 Circulator, İngiltere) 2 dakika süreyle homojenize edilmiştir. Bunu takiben hazırlanan homojenattan steril FTS ile 10⁻⁸'e kadar desimal dilüsyonlar hazırlanarak, mikrobiyolojik ekimlerde kullanılmıştır. Steril koşullar laminar akışlı kabinde (Spasciani Air Filter, İtalya), UV- lamba altında sağlanmıştır. Mikrobiyolojik analiz sonuçları log kob/g olarak verilmiştir.

3.3.16.1. Toplam mezofil aerobik bakteri (TMAB) sayımı

Uygun dilüsyonlardan steril petri kutularına dökme yöntemiyle ekim yapılmıştır. Besi yeri olarak Plate Count Agar (Merck) kullanılmış olup, petri plakları 30°C'de 72 saat süreyle inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası besi yerinde üreyen tüm koloniler sayılmıştır (Anonim 1998).

3.3.10.2. Laktik asit bakteri (LAB) sayımı

Uygun dilüsyonlardan, 1'er ml alınarak Man Rogosa Sharpe (MRS, Merck) agara çift tabaka olacak şekilde, dökme plak yöntemi kullanılarak ekim yapılmıştır. Ekim sonrası petri plakları 30°C'de 72 saat süreyle inkübe edilmiştir. Tipik koloniler (beyaz-krem renğinde 0.5-1 mm çaplı) laktik asit bakterisi olarak sayılmış, katalaz testi ve Gram boyama yapılarak doğrulanmıştır (Hughes *et al.* 2002).

3.3.10.3. Mikrokok-stafilokok sayımı

Bu amaçla yumurta sarısı ve potasyum tellurit katkılı Baird Parker Agar (Merck) besi

yerlerine yayma yöntemiyle ekim yapılmış ve petriyer, 37 °C'de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda besi yerinde üreyen tüm koloniler sayılmıştır. Stafilokoklar tipik (0.5-1 mm çapında ve siyah renkli) koloni yapısında olup, sayılan koloniler katalaz testi ve gram boyama testi ile doğrulanmıştır (Johansson *et al.* 1994).

3.3.10.4. Koliform bakteri sayımı

Uygun dilüsyonlardan Violet Red Bile Agar'a (VRB) (Oxoid) dökme plak yöntemine göre ekim yapılmış ve plaklar 37 °C'de 24 saat süreyle inkübe edildikten sonra; besi yerinde üreyen pembe-kırmızı 0,5-1 mm büyüklükte presipitasyon oluşturan koloniler sayılmış ve değerlendirme yapılmıştır (Anonim 1998).

3.3.10.5. Duyusal değerlendirme

Üretim sonrasında ve üç aylık depolama süresince sucuklar çiğ ve pişirilmiş olarak duyusal analize alınmıştır. Panelistler deneyimli kişilerden oluşmuştur. Çiğ sucuk örnekleri, EK1., Çizelge 1.'de belirtilmiş olan dış görünüş, kesit yüzeyinin görünüşü, koku, tat, tekstür ve genel beğeni yönlerinden; pişmiş sucuk örnekleri EK1, Çizelge 2.'de belirtilmiş olan tat, koku, renk, tekstür ve genel beğeni yönlerinden değerlendirilmiştir. Değerlendirmede 9 puanlı hedonik skala kullanılmış ve her değerlendirmede aynı kişilerden oluşan 9 panelist yer almıştır (Johansson *et al.* 1994).

3.3.10.6. İstatistik analiz

Denemede, üretim ve depolama süresince, geleneksel ve ısıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda starter kültürün etkisi tesadüf blokları deneme tertibinde faktöriyel düzende varyans analizi tekniği uygulanarak değerlendirilmiştir (Minitab 14). Üretim sürelerinin farklılığı nedeniyle geleneksel üretim ve ısıl işlem uygulaması ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Geleneksel üretimde zaman faktörünün 5 seviyesi ve starter faktörünün starterli ve starter katılmamış (kontrol) olmak üzere iki seviyesi bulunmaktadır. Isıl işlem uygulanarak üretimde ise zaman faktörünün 4 seviyesi ve starter faktörünün starterli ve starter katılmamış (kontrol)

olmak üzere iki seviyesi bulunmaktadır. Depolama süresince ölçümler depolama süresi faktörünün seviyelerinde yapılmıştır. Gruplar arası farkın tespiti için çoklu karşılaştırma testlerinden Duncan testi (MSTAT) kullanılmıştır (Winner 1971, Düzgüneş vd. 1987).

İstatistik değerlendirme herbir tekerrürde yapılan 3 paralelin ortalaması üzerinden ve üç tekerrür ortalaması dikkate alınarak yapılmıştır. Renk tayininde her bir tekerrürde 5 farklı noktada okuma yapılmış, toplam on beş okumanın ortalaması alınarak istatistik değerlendirme yapılmıştır. Nem, protein, yağ, pH, a_w , renk, SYA, TBA, toplam karbonil, toplam sülfidril, NPN, toplam protein çözünürlüğü ve mikrobiyolojik analiz ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları EK2.'de çizelgeler halinde topluca verilmiştir.

Duyusal analize ilişkin veriler parametrik testlerin ön şartları yerine gelmediği için parametrik olmayan Kruskal-Wallis Testi ve Mann-Whitney Testi ile değerlendirilmiştir (Gibbons 1976). Çalışmada, analiz sonrası elde edilen veriler, parametrik olmayan yöntem kullanılarak değerlendirilmiştir. Geleneksel ve ısıtma işlem uygulanarak üretilen sucuklarda duyusal değerlendirmelere ait veriler arası farklılıklarda depolama süresinin etkisi Mann-Whitney testine, üretim yöntemi ve starter kullanımının etkileri Kruskal-Wallis testlerine tabi tutularak belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Sucuk Bileşimi

Farklı üretim yöntemlerinin ve starter kültür kullanımının Türk sucuklarında lipolitik proteolitik ve mikrobiyolojik değişimler ve duysal özellikler üzerine etkileri üretim ve depolama süresince araştırılmıştır. Üretim sonucunda elde edilen sucuk örneklerindeki bileşim unsurlarının dağılımı Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Geleneksel olarak üretilen sucuk örneklerinden kontrol grubunda nem, protein, yağ ve kül miktarları sırası ile %43,36, %21,39, %32,34 ve %2,91 olarak bulunmuştur. Isıl işlem uygulanmış sucuk örneklerinde kontrol grubunda bu değerler sırasıyla % 52,25, %20,50, %24,08 ve %3,10 olarak belirlenmiştir. Starter kültür kullanılarak geleneksel olarak üretilen sucuklarda nem %39,45, protein %23,71, yağ %33,44 ve kül %3,38 olarak belirlenmiştir. Starter kültür kullanılarak ısıl işlem uygulaması ile üretilen sucuklarda ise, nem %50,33, protein %21,07, yağ %25,16 ve kül miktarı %3,44 bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Geleneksel ve ısıl işlem uygulanmış sucukların bileşimi (%)

Üretim yöntemi	Sucuk grubu	Nem	Protein	Yağ	Kül
Geleneksel ^Y	Kontrol	43,36±0,70	21,39±0,47	32,34±1,41	2,91±0,42
	Starterli	39,45±0,61	23,71±0,80	33,44±0,72	3,38±0,58
Isıl işlem ^X	Kontrol	52,25±0,33	20,50±0,21	24,08±1,25	3,10±0,87
	Starterli	50,33±0,82	21,07±0,66	25,16±0,49	3,44±0,65

^{X,Y}:İlgili sütunda aynı harfi taşıyan üretim yöntemleri arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).

Çizelge 4.1.'de görüldüğü üzere, geleneksel olarak üretilen sucuklarda nem miktarı ısıl işlem gören sucuklardan daha düşük olmuştur (p<0,01). Sucuk üretimi sürecinde, yapıda bulunan suyun uzaklaşması üretim yöntemine ve süresine göre değişim göstermektedir. Geleneksel olarak üretilen sucuklarda görülen su kaybı, fermentasyon sonrası daha uzun süre kurutma

uygulanması nedeniyle fazla olmuştur. Geleneksel üretimde kuruma oranının fazla olmasına bağlı olarak protein, yağ ve kül miktarları ısıtılarak üretilmiş olan sucuklardan daha fazla bulunmuştur.

4.2. Nem Miktarı

Sucuk örneklerinin nem miktarlarında üretim sırasında meydana gelen değişimler Çizelge 4.2. ve Çizelge 4.3.'de, depolama sırasında meydana gelen değişimler ise Çizelge 4.4.'de gösterilmiştir. Gerek üretim ve gerekse depolama süresince tüm sucuk gruplarının nem miktarında görülen değişimler ise Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.

Geleneksel olarak üretilen sucuklarda fermentasyon süresince nem miktarı azalma göstermiştir ve bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Sucuk hamurunda (0. gün) nem miktarları kontrol ve starter grupları için sırasıyla %58,69 ve %60,12 olarak belirlenmiştir. Üretimin sonunda (9. gün) nem miktarları kontrol grubunda %43,36 ve starterli grupta %39,45 olarak saptanmıştır. Üretimde starter kültür kullanımının nem miktarında görülen azalmaya etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$) (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen % nem miktarları

Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)					Ortalama
	0	2	4	7	9 (Ürün)	
Kontrol	58,69±0,29	54,95±1,51	51,39±0,87	46,28±0,22	43,36±0,70	50,93±0,01b
Starterli	60,12±0,11	55,22±1,08	50,09±0,05	44,22±0,12	39,45±0,61	49,82±0,18a
Ortalama	59,41±0,35A	55,09±1,10B	50,74±0,54C	45,25±0,24D	41,41±0,42E	

A,B,C,D,E : İlgili satırda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($p>0,05$).

a,b : İlgili sütunda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($p>0,05$).

Isıl işlem uygulanan sucuklarda fermentasyon aşamasından ve ısıtılarak üretilmesinden sonra, nem miktarları kontrol grubunda %52,19'dan %52,25'e, starterli grupta %50,18'den %50,33'e artmıştır. Isıl işlem uygulaması ile sucuk gruplarının nem miktarında istatistiksel olarak önemli bir artış görülmemiştir ($p>0,05$). Buna karşın üretimde starter kültür kullanımının nem miktarında meydana gelen artışa etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu

Çizelge 4.3. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen % nem miktarları

Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)				Ortalama
	0	2	4 (Isıl işlem öncesi)	5 (Ürün)	
Kontrol	60,98±0,38	55,87±0,51	52,19±0,87	52,25±0,33	55,32±0,11a
Starterli	61,41±0,11	55,32±1,08	50,18±0,05	50,33±0,82	54,31±0,96b
Ortalama	61,20±0,35A	55,60±1,10B	51,19±0,54C	51,29±0,47C	

A,B,C : İlgili satırda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

a,b : İlgili sütunda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

belirlenmiştir (p<0,01) (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4.4. Sucuklarda depolama süresince belirlenen % nem miktarları

Üretim yöntemi Sucuk grubu	Depolama süresi (gün)			
	0 (Ürün)	30	60	90
Geleneksel^Y				
Kontrol	43,36±0,70Aa	42,68±0,62Aa	40,45±0,61ABa	38,70±0,42Ba
Starterli	39,45±0,61Ab	38,18±0,17ABb	36,41±0,61ABb	35,06±0,56Ba
Isıl işlem^X				
Kontrol	52,25±0,33Aa	49,25±0,20Ba	48,33±0,41Ba	46,23±0,43Ca
Starterli	50,33±0,82Ab	48,86±0,77Ba	47,30±0,32Cb	45,21±0,79Db

^{X,Y}:İlgili sütunda aynı harfi taşıyan üretim yöntemleri arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).

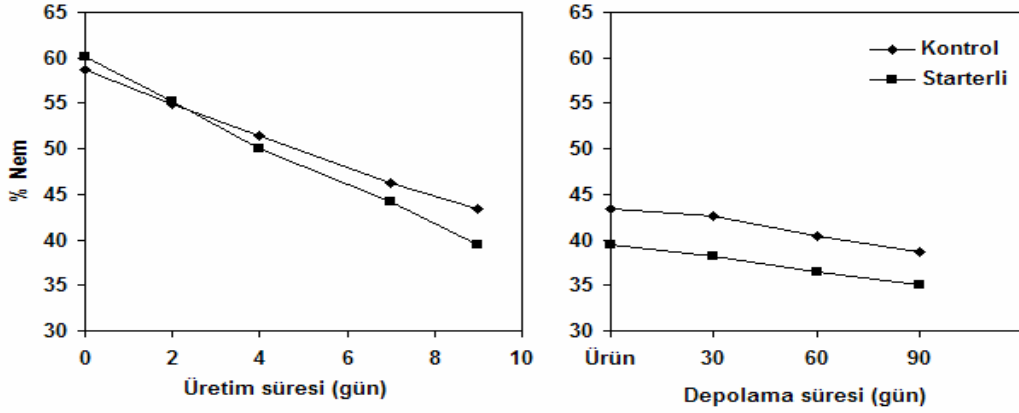
A, B, C, D: İlgili satırda aynı üretim yöntemi içinde, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

a,b: İlgili sütunda aynı üretim yöntemi içinde aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

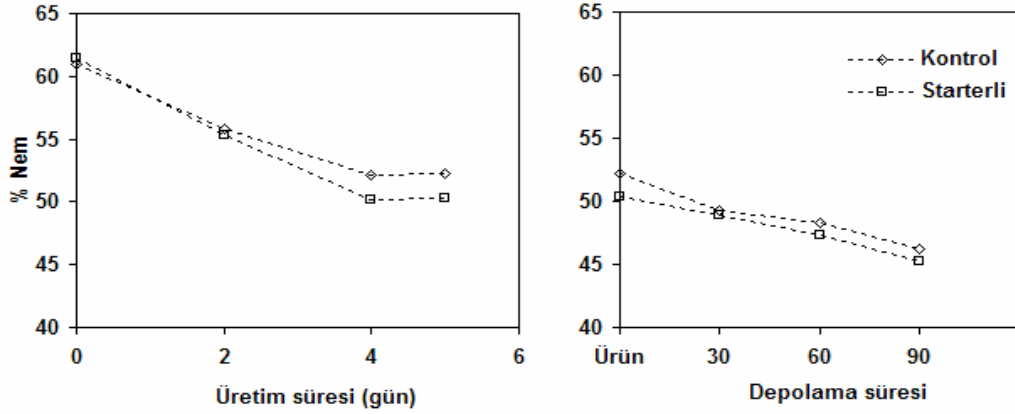
Soğukta depolanan sucuk örneklerinin nem miktarlarındaki değişmelere, üretim yöntemi x starter kullanımı x depolama süresi etkileşiminin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (p<0,01) (Çizelge 4.4.).

Şekil 4.1.'de görüldüğü üzere, geleneksel olarak üretilen sucuk gruplarında üretim ve depolama süresince nem miktarı azalma göstermiştir (p<0,01). Isıl işlem uygulanan sucuk gruplarında ısıl işlem sonrasında ve depolamanın ilk 30 gününde nem miktarında azalma görülmüştür. Ayrıca üretim ve depolama süresince, her iki üretim yönteminde starter içeren grupların kontrol gruplarına göre daha yüksek nem içeriğine sahip olduğu saptanmıştır.

GELENEKSEL ÜRETİM



ISIL İŞLEM UYGULANMIŞ ÜRETİM



Şekil 4.1. Üretim ve depolama süresince sucukların % nem miktarlarındaki değişimler

Ercöşkun (2006), *S. carnosus* ve *L. plantarum* karışımını içeren starter kültür kullanarak sucuk üretimi yapmıştır. Araştırmacı üretim süresince, 24 saat arayla bir kısım sucuğu almış 60°C'de 10 dakika ısıl işlem uygulamıştır. Çalışmada sucuk hamurunda nem miktarı %57,97 olarak belirlenmiştir. Üretimin devamında geleneksel üretimde sucuklarda nem miktarı %35,29 olarak bulunmuştur. Üretimin 6. gününde nem miktarı %43,62 belirlenmiş olup ısıl işlem sonrası nem miktarı %43,09 belirlenmiştir. Coşkuner (2002), geleneksel ve ısıl işlem uygulayarak sucuk üretimi yapmıştır. Üretimde sucuk hamurunda nem miktarını %53,88 olarak belirlemiştir. Geleneksel olarak ürettiği sucuklarda ortalama nem miktarını %32,76, ısıl işlem (73°C 'de 45 dakika) uyguladığı sucuklarda ortalama nem miktarını %49,90 olarak belirlemiştir. Filiz (1996), ısıl işlem (merkez noktada 55-72°C sıcaklık aralığında kademeli olarak toplam 40 dakika süreyle) uyguladıktan sonra kuruttukları sucuklarda nem miktarlarını

kontrol grubu sucuklarda %38, laktobasil ve mikrokok içeren starter kültür kullandıkları sucuklarda ise %37,1 olarak belirlemişlerdir. Tayar (1989), sucuk üretiminde üçüncü günde çeşitli süre ve ısı derecelerinde ısıtma işlemi (üretim farklı zamanlarında örnek olarak 45-62 °C arasında farklı sürelerde ısıtma işlemi (10-120 dakika)) uyguladıkları sucuklarda nem miktarını %39,60-%45,70 değerleri arasında bulmuşlardır.

4.3. Protein Miktarı

Geleneksel olarak üretilen sucuk örneklerinin üretim aşamalarında belirlenen protein miktarları Çizelge 4.5.'de, ısıtma işlemi uygulanarak üretilen sucuk örneklerinin protein miktarları ise Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen % protein miktarları

Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)					Ortalama
	0	2	4	7	9 (Ürün)	
Kontrol	15,46±0,26	16,93±0,38	20,86±0,64	22,93±0,56	21,39±0,47	19,51±0,93a
Starterli	15,48±0,09	14,38±0,92	19,14±0,84	21,05±0,49	23,71±0,80	18,75±1,00b
Ortalama	15,47±0,12C	15,66±1,05C	20,00±0,61B	21,99±0,54A	22,55±0,44A	

A,B,C: İlgili satırda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

a,b : İlgili sütunda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

Çizelge 4.6. Isıtma işlemi uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen % protein miktarları

Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)			
	0	2	4 (Isıtma işlemi öncesi)	5 (Ürün)
Kontrol	15,38±0,22	16,63±0,32	21,16±0,46	20,50±0,21
Starterli	15,50±0,10	16,48±0,84	19,81±0,45	21,07±0,66
Ortalama	15,44±0,12B	15,56±1,05B	20,49±0,61A	20,79±0,32A

A, B : İlgili satırda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,01).

Her iki üretim yönteminde tüm sucuk gruplarında üretim süresince nem miktarında görülen azalmaya bağlı olarak, protein miktarlarında artışlar olmuştur. Geleneksel olarak üretilen sucuklarda 0. gün sucuk hamurunda kontrol grubunda protein %15,46, starter grubunda

%15,48 olarak belirlenmiştir. Üretim süresince meydana gelen nem kaybına paralel olarak 9. gün sonunda kontrol grubunda protein miktarı %21,39 ve starter grubunda %23,71'e yükselmiştir. Protein miktarındaki artışa üretim süresinin etkisi önemli olmuştur ($p<0,01$). Yine geleneksel olarak üretilen sucuklarda starter kültür kullanımının protein miktarındaki artışa etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$) (Çizelge 4.5.).

Isıl işlem uygulanan sucuk gruplarında, fermentasyon sonrası 4. günde kontrol grubunda %21,16 ve starter grubunda %19,81 olarak belirlenen protein miktarları, ısıl işlem uygulaması ile kontrol grubunda %20,50 ve starter grubunda %21,07'ye ulaşmıştır. Isıl işlem uygulanan gruplarda, protein miktarında görülen artışa üretim süresinin etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($p<0,01$), ısıl işlem uygulaması ve starter kültür kullanımının etkisinin ise önemli olmadığı ($p>0,05$) görülmüştür (Çizelge 4.6.).

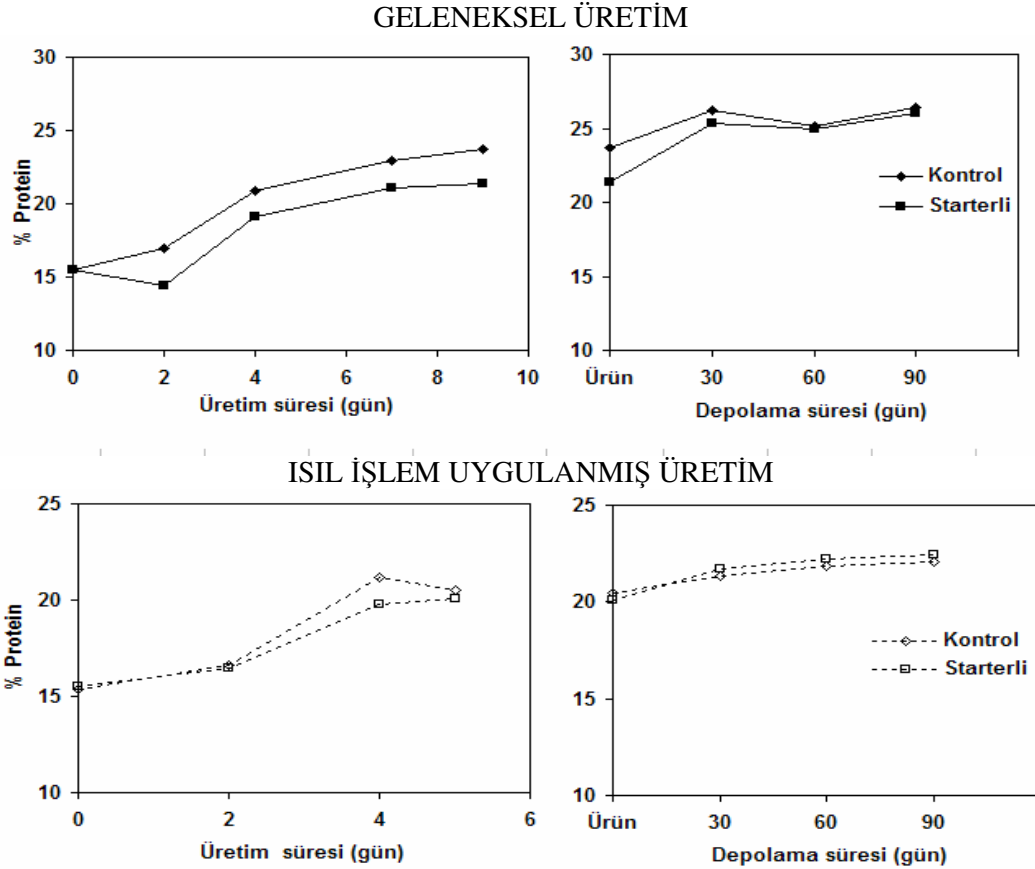
Depolamaya alınan tüm sucuk gruplarının depolama aşamalarında belirlenen protein miktarları Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Geleneksel olarak üretilen sucuklarda, kontrol grubu %21,39 protein oranından depolama sonunda %23,13'e; starter grubu %23,71'den %25,00'e artmıştır. Isıl işlem uygulanan sucuklarda protein miktarı kontrol grubunda %20,50'den %22,10'a ve starter grubunda %21,07'den %22,46'ya değişmiştir. Üretim yöntemi ve depolama süresi sucuk örneklerinin depolanması süresince protein miktarındaki değişmelerde etkili olmuştur ($p<0,05$) (Çizelge 4.7.).

Şekil 4.2.'de görüldüğü gibi protein miktarı üretim ve depolama süresince geleneksel üretim gruplarında, ısıl işlem gruplarına göre daha fazla artış göstermiştir. Bu ise geleneksel üretim süresinin uzun olması ve bu süre içerisinde kurumanın ısıl işlem uygulanan sucuklara göre daha fazla olması ile açıklanabilmektedir. Her iki üretim yönteminde starter gruplarının kontrol gruplarına göre daha fazla protein içerdikleri görülmüştür. Bu durum, starter içeren sucuk gruplarında pH düşmesinin daha fazla olması ile proteinlerin denatüre olması ve su tutma kapasitelerinin daha düşük olması ile açıklanabilmektedir.

Çizelge 4.7. Sucuklarda depolama süresince belirlenen % protein miktarları

Üretim yöntemi	Depolama süresi (gün)				
	Sucuk grubu	0 (Ürün)	30	60	90
Geleneksel^X					
Kontrol		21,39±0,80	23,21±1,00	22,19±0,63	23,13±0,99
Starterli		23,71±0,47	25,34±0,48	24,95±0,95	25,00±0,57
Ortalama		22,55±0,61B	24,28±0,56A	23,57±0,41AB	24,07±0,65A
Isıl işlem^Y					
Kontrol		20,50±0,21	21,35±0,70	21,86±0,07	22,10±0,43
Starterli		21,07±0,66	21,71±0,18	22,21±0,37	22,46±0,27
Ortalama		20,79±0,42B	21,53±0,24AB	22,04±0,34A	22,28±0,43A

^{X,Y}:İlgili sütunda aynı harfleri taşıyan üretim yöntemleri arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).
A, B: İlgili satırda aynı üretim yöntemi içinde, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).



Şekil 4.2. Üretim ve depolama süresince sucukların % protein miktarındaki değişimler

Ercoşkun (2006), *S. carnosus* ve *L. plantarum* starter kültürleri kullanarak ürettiği sucuk hamurunda protein miktarını %12,66; geleneksel sucuklarda protein miktarını %17,38, ısıtma işlem uyguladığı sucuklarda %15,89 bulmuştur. Coşkuner (2002), geleneksel olarak ürettiği sucuklarda protein miktarını %33,76, ısıtma işlem uyguladığı sucuklarda %26,00 olarak belirlemiştir. Tayar (1989), üretimin üçüncü ve dördüncü gününde ısıtma işlem uyguladıkları sucuklarda protein miktarını %19,49-27,71 arasında, ortalama %21,97 olarak bulmuşlardır.

4.4. Yağ Miktarı

Üretim süresince, geleneksel olarak üretilen sucuk gruplarında belirlenen yağ miktarları Çizelge 4.8.'de, ısıtma işlem uygulanarak üretilen sucuk gruplarında belirlenen yağ miktarları Çizelge 4.9'da görülmektedir. Ayrıca sucukların depolanması sırasında belirlenen yağ miktarları Çizelge 4.10.'da verilmiştir.

Çizelge 4.8. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen % yağ miktarları

Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)				
	0	2	4	7	9 (Ürün)
Kontrol	23,62±1,31	22,52±0,33	24,77±0,64	32,95±0,40	32,34±1,41
Starterli	21,36±0,23	22,98±0,71	24,63±1,73	32,60±1,39	33,44±0,72
Ortalama	22,49±0,78B	22,75±0,36B	24,70±0,83B	32,78±0,67A	32,89±0,74A

A,B : İlgili satırda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,01).

Çizelge 4.9. Isıtma işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen % yağ miktarları

Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)			
	0	2	4 (Isıtma işlem öncesi)	5 (Ürün)
Kontrol	22,35±0,32	23,63±0,28	24,47±0,74	24,08±1,25
Starterli	21,78±0,56	23,18±0,17	24,02±0,87	25,16±0,49
Ortalama	22,07±0,78C	23,41±0,36B	24,25±0,83A	24,62±0,89A

A,B,C : İlgili satırda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

Çizelge 4.10. Sucuklarda depolama süresince belirlenen % yağ miktarları

Üretim yöntemi Sucuk grubu	Depolama süresi (gün)			
	0 (Ürün)	30	60	90
Geleneksel^X				
Kontrol	32,34±1,41	33,48±1,17	32,89±1,47	31,87±0,39
Starterli	33,44±0,72	34,56±0,10	33,45±1,53	32,10±0,16
Ortalama ^a	32,89±0,74A	34,02±0,82A	33,17±1,38AB	31,99±0,27B
Isıl işlem^Y				
Kontrol	24,08±1,25	26,27±0,52	26,70±0,63	25,84±0,95
Starterli	25,16±0,49	26,95±0,66	27,35±0,77	26,64±0,86
Ortalama ^b	24,12±0,89B	26,61±0,48A	27,03±0,57A	26,24±0,79A

^{X,Y}:İlgili sütunda aynı harfi taşıyan üretim yöntemleri arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).

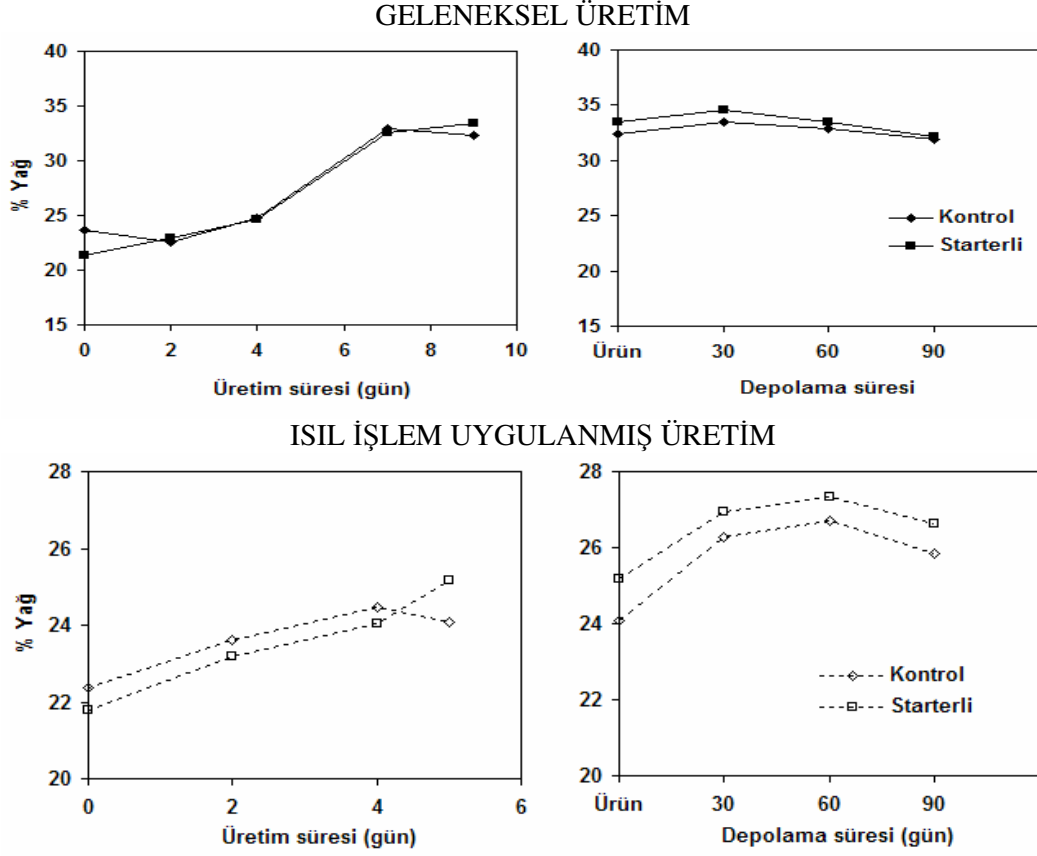
A, B: İlgili satırda aynı üretim yöntemi içinde, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

a,b: İlgili sütunda aynı üretim yöntemi içinde aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

Gerek geleneksel üretimle, gerekse ısıl işlem uygulaması ile üretilen sucuklarda üretim süresince yapıda görülen kurumaya bağlı olarak yağ miktarında artış görülmüştür. Geleneksel olarak üretilen sucuklarda 0. gün hamur örneklerinde kontrol grubunda yağ miktarı %23,62, starter grubunda %21,36 olarak bulunmuştur. Üretimin 9. gününde ise bu miktarlar sırasıyla %32,34 ve %33,44'e artış göstermiştir. Yağ miktarında görülen bu artışa üretim süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli (p<0,01) bulunmuşken, starter kültür kullanımının etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı (p>0,05) belirlenmiştir (Çizelge 4.8., Şekil 4.3.).

Isıl işlem uygulanan sucuk örneklerinde yağ miktarı ısıl işlem öncesi kontrol grubunda %24,47, starter grubunda %24,02 olarak belirlenmiştir. Isıl işlem uygulaması ile son üründe yağ miktarları kontrol grubunda %24,08 ve starter grubunda %25,16 olarak saptanmıştır. Isıl işlem uygulaması ile üretilen sucuklarda üretim süresinin yağ miktarında görülen artışa etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu (p<0,01), starter kültür kullanımının bir etkisinin olmadığı (p>0,05) görülmüştür (Çizelge 4.9.).

Sucuk örneklerinin depolanması süresince yağ içeriğinde görülen değişmelere üretim yöntemi x depolama süresi etkileşiminin istatistiksel olarak önemli (p<0,01) olduğu, starter kültür kullanımının ise etkili olmadığı (p>0,05) görülmüştür (Çizelge 4.10.). Her iki üretim yönteminde üretim ve depolama süresince yapıdan suyun uzaklaşmasına bağlı olarak yağ miktarlarında artışlar olmuştur (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3. Üretim ve depolama süresince sucukların % yağ miktarındaki değişimler

Ercoşkun (2006), starter kültür kullanarak ürettiği sucuk hamurunda yağ miktarını %25,54 olarak belirlemiştir. Geleneksel sucuklarda yağ miktarını %35,29, ısıl işlem uyguladığı sucuklarda %43,09 bulmuştur. Coşkuner (2002), geleneksel olarak ürettiği sucuklarda yağ miktarını %30,28, ısıl işlem uyguladığı sucuklarda yağ miktarını %22,53 olarak belirlemiştir. Filiz (1996), sucuk hamurunda yağ miktarını %18,6, ısıl işlem uyguladıktan sonra kuruttuğu sucuklarda %28,6 olarak belirlemiştir. Tayar (1989), üretimin üçüncü gününde ısıl işlem uyguladığı sucuklarda yağ miktarlarını %25,39-34,49, dördüncü gün ısıl işlem uygulanan sucuklarda %32,30-38,64 olarak bulmuştur. Ortalama yağ miktarını ise %33,55 olarak belirlemiştir.

4.5. pH Değeri

Geleneksel olarak üretilen sucukların üretim aşamalarındaki pH değişimi Çizelge 4.11.'de, ısıtım işlem uygulanarak üretilen sucukların üretim aşamalarındaki pH değişimi Çizelge 4.12.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen pH değerleri

Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)				
	0	2	4	7	9 (Ürün)
Kontrol	5,77±0,03Aa	5,39±0,06Ba	5,08±0,02Ca	4,81±0,04Da	4,76±0,05Da
Starterli	5,73±0,04Aa	5,20±0,06Bb	4,90±0,04Ca	4,59±0,02Db	4,62±0,01Da

A,B,C,D : İlgili satırda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).
a,b : İlgili sütunda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

Çizelge 4.12. Isıtım işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen pH değerleri

Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)			
	0	2	4 (Isıtım işlem öncesi)	5 (Ürün)
Kontrol	5,84±0,02	5,42±0,05	5,14±0,08	5,16±0,03
Starterli	5,82±0,03	5,32±0,06	4,95±0,04	5,06±0,08
Ortalama	5,83±0,03A	5,37±0,04B	5,05±0,03C	5,11±0,04C

A,B,C: İlgili satırda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,01).

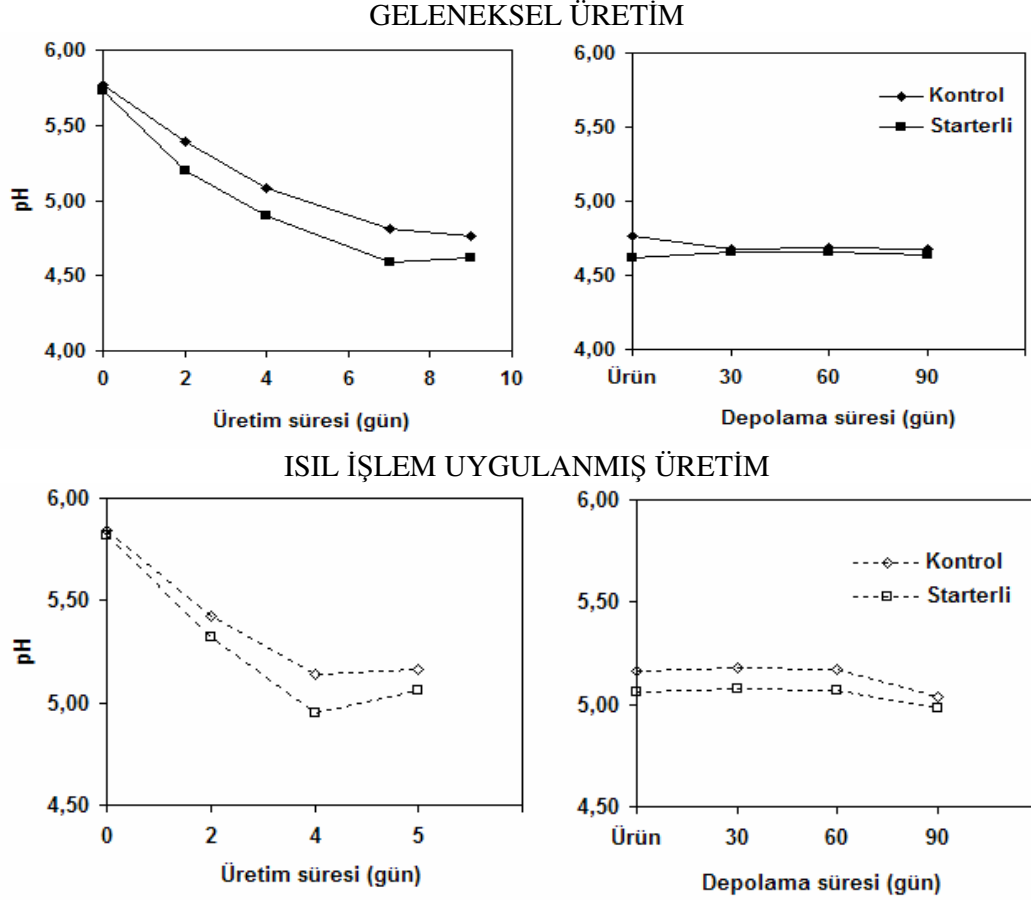
pH değeri geleneksel yöntemle üretilen sucukların hamurunda (0. günde) kontrol grubunda 5,77 starter grubunda 5,73 olarak belirlenmiştir. Geleneksel üretimde fermentasyon süresince ve üretimin 7. gününe kadar pH değeri her iki sucuk grubunda da düşüş göstermiştir. Kontrol grubunda ortamda bulunan mikroorganizmaların etkisi ve starter grubunda yer alan laktik asit bakterilerinin etkisi ile fermentasyon süresince pH değerinde düşme görülmüştür. Starter grubunda bu düşüş laktik asit bakterilerinin kullanımının etkisi ile daha fazla olmuştur. pH değerlerinde görülen bu düşme, proteinlerin izoelektrik noktalarından daha düşük olduğu için proteinlerde denatürasyona sebep olmaktadır. Protein denatürasyonu ile ortam asitliği tamponlanmış ve pH değerinde az da olsa bir artış görülmüştür (Keller and Acton 1974, Gökalp 1982, Kaya 1992, Vural 1998). Çalışmamızda, son ürünün pH değeri kontrol grubunda 4,76, starter grubunda 4,62 bulunmuştur. Geleneksel üretim süresince pH değerinde

görülen değişmelere starter kullanımı x üretim süresi etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$) (Çizelge 4.11.).

Isıl işlem uygulanan sucuklarda ısıl işleme kadar olan 4 gün boyunca, geleneksel üretimdeki gibi pH değerlerinde düşme görülmüştür. pH değeri 4. günde starter grubunda 4,95'e, kontrol grubunda ise 5,14'e düşmüştür. Isıl işlem uygulaması ile kontrol grubunun pH değeri 5,16'ya, starter grubunun pH değeri 5,06'ya yükselmiştir (Çizelge 4.12.). Isıl işlem uygulanan üretimde, üretim süresinin pH değeri üzerine etkisinin önemli olduğu ($p < 0,01$), starter kültür kullanımının ise önemli olmadığı ($p > 0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.12.). Düşük pH değeri ve ısıl işlem uygulamasının birlikte etkisi ile ortamda bulunan proteinlerde denatürasyon görülmüş ve ortam asitliği proteinlerle tamponlandığı için pH değerinde artış görülmüştür. Ayrıca ısıl işlem uygulaması ile serbest asidik gruplarda kaybın artması ve proteinlerde yeni, daha stabil olan çapraz bağların oluşması ile pH değerinde artış görülebilmektedir (Hamm 1960).

Şekil 4.4.'de gerek üretim ve gerekse depolama süresince tüm sucuk gruplarının pH değerlerinde görülen değişmeler yer almaktadır. Üretimin ilk 2 gününde tüm sucuk gruplarında pH değeri ani bir düşüş göstermiştir. Üretimin ilerleyen aşamalarında geleneksel üretimde pH değeri düşmeye devam etmiştir. Isıl işlem uygulaması yapılan sucuk gruplarında pH değeri hafif bir artış göstermiştir. Depolama süresince pH değeri genelde tüm sucuk gruplarında depolama başlangıç değerlerine göre az bir düşme göstermişlerdir. Yine üretim ve depolama süresince her iki üretim yönteminde yer alan starter grupları kontrol gruplarından daha düşük pH değeri göstermişlerdir.

Ercoşkun (2006), geleneksel üretim sonrası son üründe pH değerini 5,05, ısıl işlem uygulaması ile elde ettiği son üründe pH değerini 5,15 olarak tespit etmiştir. Coşkuner (2002), geleneksel yöntemle ürettiği sucukta pH değerini 4,63, ısıl işlem uygulaması ile ürettiği sucukta 6,09 olarak belirlemiştir. Filiz (1996) ise, fermentasyon sonrası üründe pH değerini 5,50 olarak bulmuş, ısıl işlem uygulaması ile pH değerinin 5,68 değerine yükseldiğini belirtmiştir. Tayar (1994), pH değerinin 3 gün fermentasyon süresince 6,01-5,95 değerinden 5,36-5,07 değerine düştüğünü belirlemiştir. Araştırmacı ısıl işlem sonrasında ise pH değerinin



Şekil 4.4. Üretim ve depolama süresince sucukların pH değerindeki değişmeler

5,44 değerine yükseldiğini belirtmiştir. Casaburi *et al.* (2007), starter kültür kullanarak ürettikleri fermente sosislerde son pH değerinin 5,42-5,59 arasında olduğunu, Salgado *et al.* (2005), 4,67-4,51 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Wardlaw *et al.* (1973), ısıtılmış sosislerde üretim sonunda 4,85 değerine ulaşan pH değerinin 63°C'de yapılan ısıtılmış işlem sonunda herhangi bir artış göstermediğini, merkez sıcaklık 71°C olduğunda artış olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, fermentasyon sıcaklığının 25-26°C gibi yüksek sıcaklıkta olması, sucuk hamurunun başlangıç pH değerinin düşük olması ve mikrobiyel faaliyetin yüksek olmasından dolayı, asitlik gelişimi fazla olmuş ve pH değeri belirtilen diğer çalışmalarda elde edilen değerlere yakın olmakla birlikte biraz daha düşük değerler göstermiştir. Yine Soyer *et al.*

(2005), geleneksel yöntemle farklı fermentasyon sıcaklıkları uygulayarak ürettikleri sucuk örneklerinde 24-26°C gibi yüksek fermentasyon sıcaklığı uygulamasının daha düşük olan 20-22°C'ye göre pH değerini daha hızlı düşürdüğünü göstermişlerdir. Yüksek fermentasyon sıcaklığında 4. gün sonunda pH değerinin 5,4 değerinin altına düştüğünü, düşük fermentasyon sıcaklığında ise ancak 6. gün sonunda bu değer altına düştüğünü belirtmişlerdir.

Genel olarak, üretim süresince pH değerinde görülen düşme ürünün mikrobiyolojik olarak güvenliğini sağlamakta, ürünün yapısal özelliklerini (tat, lezzet, tekstür vb.) ve kalitesini etkilemektedir (Montel 1999).

Depolama süresince tüm sucuk gruplarının pH değerleri azalma göstermiştir (Çizelge 4.13.). Bu azalışta üretim yöntemi x starter kullanımı x depolama süresi etkileşiminin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Wu *et al.* (1991), fermente sosislerin 2-4°C'de 120 gün depolanmasında pH değerinde önemli bir değişimin olmadığını, yüksek sıcaklıkta depolama ile pH değerinin artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.13. Sucuklarda depolama süresince belirlenen pH değerleri

Üretim yöntemi	Depolama süresi (gün)				
	Sucuk grubu	0 (Ürün)	30	60	90
Geleneksel ^X					
Kontrol		4,76±0,05Aa	4,68±0,02Ba	4,69±0,03Ba	4,68±0,06Ba
Starterli		4,62±0,01Bb	4,66±0,02Aa	4,66±0,01Aa	4,64±0,07Aa
Isıl işlem ^Y					
Kontrol		5,16±0,03Aa	5,18±0,03Aa	5,17±0,08Aa	5,02±0,07Ba
Starterli		5,06±0,08Ab	5,08±0,02Ab	5,07±0,06Ab	4,98±0,01Ba

^{X,Y}:İlgili sütunda aynı harfi taşıyan üretim yöntemleri arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir ($p > 0,05$).

A, B : İlgili satırda aynı üretim yöntemi içinde, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($p > 0,05$).

a,b: İlgili sütunda aynı üretim yöntemi içinde aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($p > 0,05$).

4.6. Su Aktivitesi Değeri (a_w)

Geleneksel ve ısıl işlem uygulanarak üretilen sucuk örneklerinin üretim aşamalarında belirlenen a_w değerleri sırasıyla Çizelge 4.14. ve Çizelge 4.15.'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen a_w değerleri

Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)				
	0	2	4	7	9 (Ürün)
Kontrol	0,960±0,002	0,950±0,004	0,940±0,005	0,927±0,003	0,913±0,003
Starterli	0,957±0,005	0,953±0,0003	0,939±0,011	0,915±0,007	0,902±0,003
Ortalama	0,959±0,003A	0,952±0,002A	0,940±0,006B	0,921±0,004C	0,908±0,002D

A,B,C,D : İlgili satırda, aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($p>0,01$).

Çizelge 4.15. Isıl işlem uygulanan sucuklarda üretim süresince belirlenen a_w değerleri

Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)			
	0	2	4 (Isıl işlem öncesi)	5 (Ürün)
Kontrol	0,965±0,004	0,958±0,002	0,942±0,009	0,948±0,005
Starterli	0,962±0,003	0,955±0,003	0,935±0,010	0,942±0,007
Ortalama	0,964±0,003A	0,957±0,0016A	0,939±0,006B	0,945±0,004B

A, B : İlgili satırda, aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($p>0,01$).

Üretim süresince, her iki üretim biçiminde yer alan sucuk gruplarında a_w değerinde kurumaya ve pH değerinde görülen düşmeye bağlı olarak azalma görülmüştür. Geleneksel üretimde, kontrol grubu 0. gün 0,960 a_w değerinden üretim sonunda 0,913 a_w değerine; starter grubu 0. gün 0,957 a_w değerinden, üretim sonunda 0,902 a_w değerine düşmüştür (Çizelge 4.14.). Isıl işlem uygulanan sucuk gruplarında, son üründe a_w değeri kontrol grubu için 0,948, starter grubunda ise 0,942 bulunmuştur (Çizelge 4.15.). Her iki üretim yönteminde, a_w değerinin düşmesinde üretim süresinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$).

Tüm sucuk örneklerinin depolama aşamalarında belirlenen a_w değerleri ise Çizelge 4.16.'da gösterilmiştir. Sucuk örneklerinin depolanması süresince a_w değerine, üretim yöntemi ve depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur ($p<0,01$).

Şekil 4.5.'de görüldüğü üzere üretim ve depolama süresince sucuk gruplarında görülen kurumaya paralel olarak a_w değerlerinde düşme görülmüştür. Nem miktarı daha fazla olan ısıl işlem görmüş sucuk gruplarında a_w değeri gerek üretim, gerekse depolama süresince daha

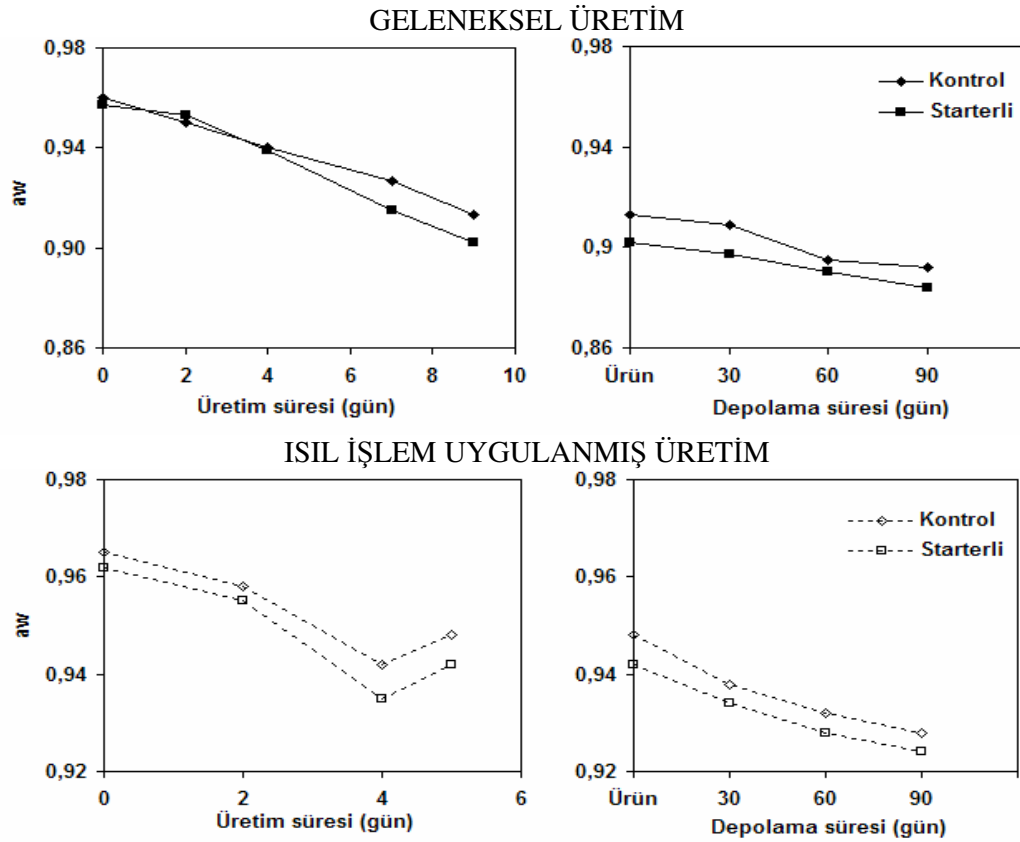
yüksek değerler göstermişlerdir.

Çizelge 4.16. Sucuklarda depolama süresince belirlenen a_w değerleri

Üretim yöntemi Sucuk grubu	Depolama süresi (gün)			
	0 (Ürün)	30	60	90
Geleneksel^Y				
Kontrol	0,913±0,003	0,909±0,003	0,895±0,005	0,892±0,006
Starterli	0,902±0,003	0,897±0,001	0,890±0,005	0,884±0,002
Ortalama	0,908±0,004A	0,903±0,002A	0,893±0,004B	0,888±0,004B
Isıl işlem^X				
Kontrol	0,948±0,006	0,938±0,001	0,932±0,001	0,928±0,002
Starterli	0,942±0,007	0,934±0,009	0,928±0,003	0,924±0,002
Ortalama	0,945±0,005A	0,936±0,004AB	0,930±0,002B	0,926±0,001BC

^{X, Y}:İlgili sütunda aynı harfi taşıyan üretim yöntemleri arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A, B, C: İlgili satırda aynı üretim yöntemi içinde, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($p>0,05$).



Şekil 4.5. Üretim ve depolama süresince sucukların a_w değerindeki değişimler

Yapıda önemli yeri olan proteinlerin su tutma kapasiteleri, fermentasyon süresince pH değerinde görülen düşmeye paralel olarak azalma göstermektedir (Keller and Acton 1974). Salgado *et al.* (2005), geleneksel ve endüstriyel üretilmiş chorizolarda su miktarında görülen düşmeye bağlı olarak a_w değerinde de azalma olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada, ev yapımı chorizolarda a_w değerinin kurumaya bağlı olarak daha fazla düştüğü görülmüştür. Lorenzo *et al.* (2000), İspanyol tipi fermente sosislerde a_w değerinin 0,924 civarında olduğunu, Ensoy (2004), hindi sucuklarında geleneksel üretimde son üründe kontrol grubunda 0,942, starter kültür kullanılan gruplarda 0,918-0,920 olduğunu, ısıtma işlem uyguladıkları sucuk gruplarından sadece kontrol grubunda a_w değerinin 0,928 değerine düştüğünü, starter gruplarında bir değişme olmadığını bildirmiştir. Yine hindi sucuklarının 120 günlük depolanması süresince a_w değerlerinde düşmenin olduğunu bildirmiştir. Coşkuner (2002), geleneksel olarak ürettiği sucuklarda a_w değerini 0,904, ısıtma işlem uygulayarak ürettikleri sucuklarda a_w değerini 0,904 olarak belirlemiştir. Coşkuner ayrıca 90 gün depoladığı her iki tip sucukta depolama süresince a_w değerinde depolama süresine bağlı olarak çok az da olsa azalma olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda, geleneksel yöntemle üretilen sucuk gruplarının a_w değerlerinin, ısıtma işlem uygulanarak üretilen sucuk gruplarının a_w değerlerine göre daha düşük olması nedeniyle Ensoy (2004)'ün yaptığı çalışmadan farklılık göstermektedir. Yine Tayar (1989), farklı sıcaklık derecesi ve süresi uygulayarak ürettiği ısıtma işlem görmüş sucuklarda a_w değerlerinin 0,80-0,94 arasında değiştiğini bildirmiştir. Genel olarak geleneksel ve ısıtma işlem uygulanarak üretilen sucuklardan elde edilen sonuçlar, diğer araştırmacıların bulgularıyla uyum göstermiştir.

4.7. Renk Değerleri

Geleneksel ve ısıtma işlem uygulanarak üretilen sucukların CIE L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık) renk değerleri ortalamaları sırasıyla Çizelge 4.17. ve Çizelge 4.18.'de topluca verilmiştir. Sucukların depolanması süresince belirlenen CIE L^* , a^* ve b^* değerleri Çizelge 4.19.'da verilmiştir.

Parlaklık (L^*) değeri, geleneksel üretimde kontrol grubunda 0. günde 45,34 değerinden 9. günde 45,35 değerine ve starter grubunda 0. günde 43,79 değerinden 9. günde 46,09 değerine

artmıştır (Çizelge 4.17.). Isıl işlem gören sucuklarda bu değerler kontrol ve starter grupları için sırasıyla 44,88 değerinden 48,32 değerine ve 43,93 değerinden 48,73 değerine artmıştır (Çizelge 4.18.). Isıl işlem gören sucuk gruplarında belirlenen parlaklık (L^*) değerleri, geleneksel sucuk gruplarına göre daha yüksek tespit edilmiştir.

Çizelge 4.17. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen CIE L^* , a^* ve b^* değerleri

	Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)				
		0	2	4	7	9 (Ürün)
L^*	Kontrol	45,34±0,48	45,03±0,51	47,10±0,70	46,58±0,76	45,35±0,16
	Starterli	43,79±0,58	44,96±0,78	47,13±0,27	47,04±0,59	46,09±0,51
	Ortalama	44,57±0,48B	45,00±0,42B	47,12±0,32A	46,81±0,44A	45,72±0,29AB
a^*	Kontrol	12,65±0,43Db	17,26±0,63ABa	15,97±0,06BCb	17,82±0,40Aa	15,87±0,50Ca
	Starterli	14,90±0,74Ca	16,51±0,71ABa	17,30±0,68Aa	17,63±0,32Aa	15,98±0,65BCa
b^*	Kontrol	22,50±0,49	17,66±0,14	20,22±0,32	18,75±0,99	18,10±0,69
	Starterli	20,33±0,74	18,15±0,48	18,97±0,17	18,12±0,88	18,05±1,13
	Ortalama	21,42±0,63A	17,91±0,25B	19,60±0,32AB	18,44±0,61B	18,08±0,59B

A,B,C,D : İlgili satırda, aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($p>0,01$).

a,b : Aynı özellik için ilgili sütunda, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.18. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen CIE L^* , a^* ve b^* değerleri

	Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)			
		0	2	4 (Isıl işlem öncesi)	5 (Ürün)
L^*	Kontrol	44,88±0,32	45,45±0,48	47,55±0,32	48,32±0,48
	Starterli	43,93±0,45	44,41±0,57	47,65±0,42	48,73±0,43
	Ortalama	44,41±0,48B	44,93±0,42B	47,60±0,32A	48,53±0,39A
a^*	Kontrol	12,25±0,34Bb	17,51±0,36Aa	16,00±0,18Aa	16,79±0,32Aa
	Starterli	14,50±0,57Ba	16,77±0,54Aa	16,96±0,27Aa	16,97±0,68Aa
b^*	Kontrol	22,22±0,32Aa	17,94±0,28Ca	20,42±0,59Ba	22,27±0,17Ba
	Starterli	21,80±0,44Aa	18,09±0,37Ca	19,29±0,47Bb	21,16±0,22Ab

A,B,C : İlgili satırda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($p>0,01$).

a,b : Aynı özellik için ilgili sütunda, aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($p>0,05$).

Geleneksel ve ısıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda L^* değerine sadece üretim süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuşken ($p<0,01$), starter kültür kullanımının etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). Geleneksel ve ısıl işlem uygulanarak üretilen sucuk gruplarında üretim ve depolama süresince L^* değerleri Şekil 4.6.'da görülmektedir.

Çizelge 4.19. Geleneksel ve ısıt işlem görmüş sucuklarda depolama süresince belirlenen CIE L*, a* ve b* değerleri

	Üretim yöntemi Sucuk grubu	Depolama süresi (gün)			
		0 (Ürün)	30	60	90
L*	Geleneksel ^Y				
	Kontrol	45,35±0,16Aa	40,21±0,78Cb	41,74±0,59Bb	41,87±0,40Ba
	Starterli	46,09±0,52 Aa	41,35±0,43Da	43,69±0,88Ba	42,53±0,73Ca
	Isıl işlem ^X				
	Kontrol	48,32±0,48Aa	46,29±0,76Cb	47,30±0,18Ba	45,02±0,58Da
	Starterli	48,73±0,43Aa	47,13±0,49Ba	47,62±0,23Ba	45,62±0,35Ca
a*	Geleneksel ^Y				
	Kontrol	15,87±0,50Aa	14,43±0,38Ba	13,39±0,21Ca	14,38±0,08Bb
	Starterli	15,98±0,65Aa	14,52±0,33Ba	13,73±0,21Ca	14,90±0,32Ba
	Isıl işlem ^X				
	Kontrol	16,79±0,32Aa	15,50±0,10Ba	15,80±0,28Bb	15,21±0,65Ca
	Starterli	16,97±0,68Aa	15,90±0,72ABa	16,44±0,38Aa	15,41±0,17Ba
b*	Geleneksel ^Y				
	Kontrol	18,10±0,69Aa	13,76±0,90Ba	14,00±0,84Bb	14,58±0,10Ba
	Starterli	18,05±1,13Aa	14,11±0,13Ca	15,08±0,61Ba	15,08±0,06Ba
	Isıl işlem ^X				
	Kontrol	22,27±0,17Aa	16,41±0,17BCa	17,27±0,39Bb	15,77±0,77Ca
	Starterli	21,16±0,22Aa	16,72±0,32Ca	18,50±0,83Ba	16,12±0,38Ca

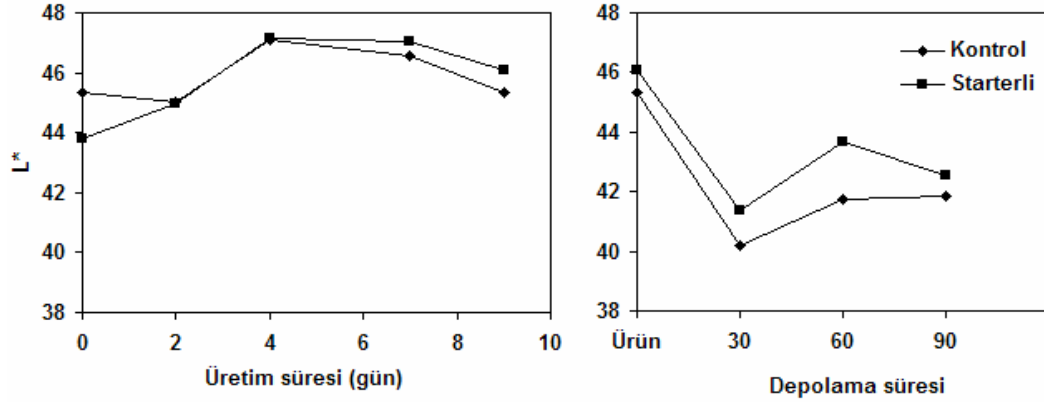
^{X,Y}:İlgili sütunda aynı harfi taşıyan üretim yöntemleri arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).

A, B, C, D: İlgili satırda aynı üretim yöntemi içinde, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

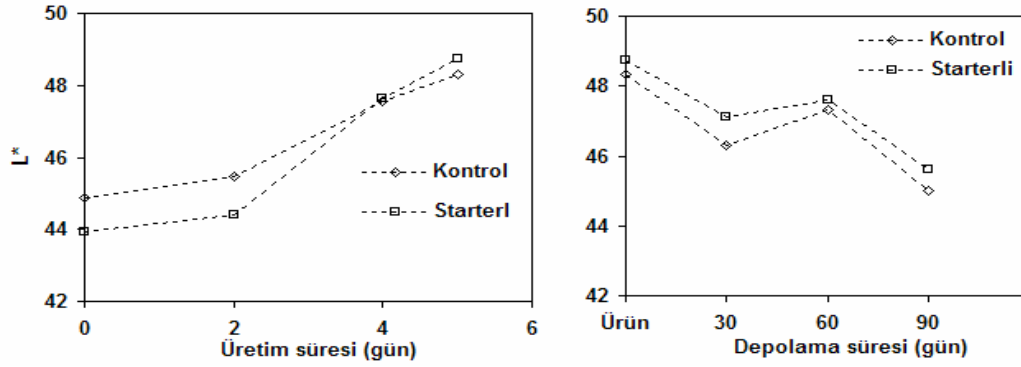
a,b: İlgili sütunda aynı üretim yöntemi içinde aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

Fermentasyon aşamasında, Ensoy (2004), hindi sucuklarda, L* değerinin kontrol grubunda 43,73'den 47,54 değerine, starter kullanılan gruplarda 43,67-43,38 değerlerinden 49,14-48,45 değerlerine arttığını, farklı oranlarda yağ içeren sucuklarda çalışan Soyer *et al.* (2005), L* değerinin %20 yağ içeren grupta 37-38 değerinden 44-45 değerine arttığını; Gök (2006) ise çeşitli doğal antioksidan katarak ürettikleri sucuklarda L* değerinin 43-45'den 46-48 değerlerine kadar arttığını bildirmişlerdir. Geleneksel olarak üretilen fermente sosislerde son üründe L* değerlerini Chasco *et al.* (1996) 45,07, Soyer *et al.*(2005) 42-43, Ensoy (2004) kontrol grubunda 44,95 starter gruplarında 43,96-45,95, Ercoşkun (2006) 43,66 ve Gök (2006) 47-49 arasında belirlemişlerdir. Bu çalışmada, geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda kontrol grubunda ve starter grubunda son üründe (9. gün) elde edilen 45,35 ve 46,09 L* değerleri diğer çalışmalarla uyum göstermektedir.

GELENEKSEL ÜRETİM



ISIL İŞLEM UYGULANMIŞ ÜRETİM



Şekil 4.6. Üretim ve depolama süresince sucukların L* (parlaklık) değerlerindeki değişimler

Isıl işlem uygulaması ile sucuk gruplarının parlaklık değerlerinde artış olduğu görülmüştür. Üretimin 4. gününde kontrol grubunda belirlenen 47,55 L* değeri ısıl işlem uygulaması ile 48,32 değerine, starter grubunda belirlenen 47,65 değeri ise 48,73 değerine artış göstermiştir. Ercoşkun (2006), ısıl işlem uygulayarak ürettiği sucuklarda son üründe L* değerini 47,01 olarak tespit etmiştir. Yine hindi sucuklarda ısıl işlem uygulaması yapan Ensoy (2004), L* değerini son üründe kontrol grubunda 51,60, starter gruplarında 48,05 ve 46,94 olarak belirlemiştir. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda belirlenen L* değerlerinin, Ensoy (2004) ve Ercoşkun (2006)'un çalışmalarında belirledikleri değerlere yakın olduğu görülmüştür.

Fermentasyon sonrası ısıl işlem uygulanan sucuklarda L* değerinin arttığı görülmüştür. Isıl işlem uygulamasıyla birlikte nitrozomyoglobinin bir kısmı parçalanarak rengin açılmasına

neden olmaktadır. Yine ısı işlem uygulaması ile nitrozomyoglobinin önemli bir kısmı nitrozohemokromojene dönüşmekte ve ürünün kendine özgü rengini oluşturmaktadır (Gökalp vd. 1987, Chasco *et al.* 1996, Osborn *et al.* 2003, Zhu and Brewer 2002). Isıl işlem uygulanan et ürünlerinde 60°C' ye kadar nitrozomyoglobinden nitrozohemokromojen oluşumu gerçekleşirken, daha yüksek sıcaklıklarda proteinlerde denatürasyon gözlenmektedir (Giddings 1977, Trout 1989, Faustman and Cassens 1990, Renner 1990, Geileskey *et al.* 1998, Brewer and Novakofski 1999, Hunt *et al.* 1999). Düşük pH değeri, ısı işlem uygulamasının etkisini artırmakta ve buna bağlı olarak proteinlerde ve denitrozomyoglobinde görülen parçalanmalar artmaktadır (Wardlaw *et al.* 1973, Zaika *et al.* 1976, Vural ve Öztan 1992a, b, Üren and Babayiğit 1996,1997, Ansorena *et al.* 1997, Zanardi *et al.* 2002, Jo *et al.* 2003).

Sucukların 90 gün depolanması sırasında belirlenen L* değerleri Çizelge 4.19.'da verilmiştir. Depolanan sucuk örneklerinde L* değerleri; geleneksel üretim yönteminde kontrol grubunda 45,35 değerinden 41,87 değerine, starter grubunda 46,09 değerinden 42,53 değerine, ısı işlem uygulanmış yöntemde kontrol grubunda 48,32 değerinden 45,02 değerine ve starter grubunda 48,73 değerinden 45,62 değerine azalmıştır. Ensoy (2004) ve Gök (2006), üretmiş oldukları sucuklarda depolama süresince L* değerlerinde azalma olduğunu bildirmişlerdir. L* değerlerinde görülen bu düşüş kurutma sırasındaki nem kaybı (Üren and Babayiğit 1996, 1997, Papadima and Bloukas 1999, Gök 2006) ve depolama sırasında meydana gelen oksidasyon reaksiyonlarına bağlanabilmektedir (Zanardi *et al.* 1999). Gerek üretim süresince, gerekse depolama süresince L* değerinin ısı işlem gören sucuk gruplarında, geleneksel olarak üretilen sucuk gruplarına göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca her iki üretim yönteminde starter kültür kullanılan gruplarda L* değerinin kontrol gruplarına göre daha yüksek olduğu da belirlenmiştir.

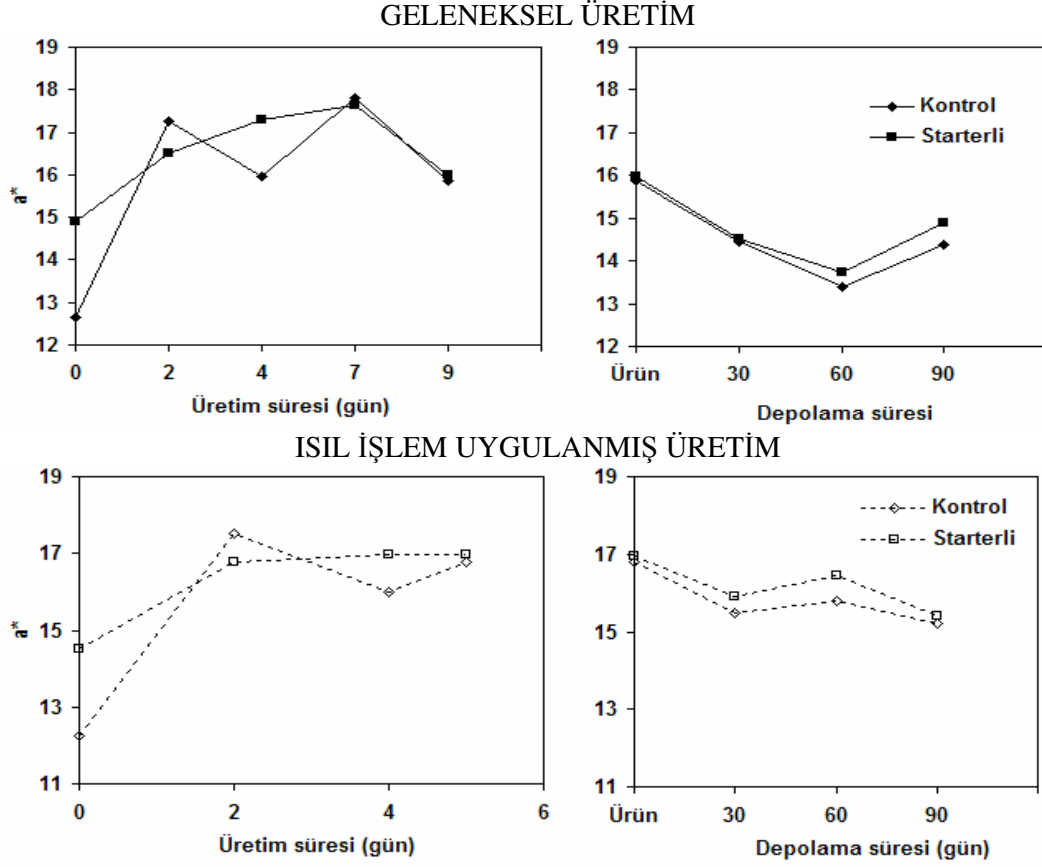
L* (parlaklık) değerinde üretim süresince görülen değişimler, fermente sosislerde pH değerinin ve su içeriğinin değişim göstermesine bağlıdır. Bazı araştırmacılar et ürünlerinin parlaklığının, et proteinleri yapısına ve bu yapıyı etkileyen pH değeri ve ortamdaki su miktarına bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Çünkü pH değeri proteinlerin izoelektrik noktalarının (pI aktin 4,7 ve myosin 5,4) altına düştüğünde bu proteinler denatüre olarak yapıları değişmekte ve ışığı yansıtma ve soğurma özellikleri etkilenmektedir (Perez-Alvarez

et al. 1999).

Kırmızılık (a^*) değeri, starter kullanımı x üretim süresi etkileşimine bağlı olarak her iki üretim yönteminde de artış göstermiştir ($p<0,01$). Sucuk hamurunda kırmızılık, kontrol grubu için 12,65 ve starter grubu için 14,90 olarak bulunmuştur. Geleneksel üretimin sonunda son üründe kırmızılık kontrol grubunda 15,87'ye, starter grubunda ise 15,98'e ulaşmıştır (Çizelge 4.17.). Isıl işlem uygulaması ile elde edilen son üründe kırmızılık değeri, kontrol grubunda 16,79 ve starter grubunda 16,97 değerine ulaşmıştır (Çizelge 4.18.). Kırmızılık değeri de parlaklık değeri gibi, geleneksel üretime göre ısıl işlem görmüş sucuklarda daha fazla bulunmuştur. Depolamada kırmızılık değeri üzerine üretim yöntemi x starter kullanımı x depolama süresi etkileşimi etkili olmuştur ($p<0,01$) (Çizelge 4.19.)(Şekil 4.7.).

Sucuklarda a^* değeri üretim süresine bağlı olarak üretimin başlangıcında önce artış sonra azalma göstermektedir. Ayrıca depolama süresince tüm sucuk gruplarının a^* değerlerinde depolama başlangıcına göre azalma görülmüştür (Şekil 4.7.). Bu değişim birçok araştırmacının yaptıkları çalışmalarda belirtilmiş olup, bunu pH, redoks potansiyeli, sıcaklık, bağıl nem ve pigment konsantrasyonu etkilemektedir (Montel 1999). Fermentasyon başlangıcında sucuk hamuruna ilave edilen nitrit, myogloblin ile reaksiyona girmekte ve bu arada ortam pH' sı ve redoks potansiyelinin düşmesi ile reaksiyon hızlanmakta ve nitrozomyogloblin oluşumu artış göstermektedir. pH' daki ve redoks potansiyelindeki düşmenin durması ile birlikte reaksiyon yavaşlamaktadır. Bu aşamadan sonra ortamda bulunan nitrozomyogloblin, mikrobiyel nitrit redüktaz enzimi ile parçalanarak miktarı azalmakta ve dolayısıyla a^* değerinde azalma görülmektedir (Ordóñez *et al.* 1999, Montel 1999).

Geleneksel olarak üretilen sucuklarda belirlenen a^* değeri, Üren and Babayiğit (1997)'in çalışmasında 15,1, Ensoy (2004)'un çalışmasında kontrol grubunda 16,05, starter gruplarında 16,40 ve 14,90, Ercoşkun (2006)'un çalışmasında 15,44, Gök (2006)'ün çalışmasında 14-18 arasında belirlenmiştir. Geleneksel olarak üretilen sucuklarda kontrol grubunda belirlenen 15,87 ve starter grubunda belirlenen 15,98 değerleri, yukarıda bildirilen çalışmalarda elde edilen değerlerle uyum sağlamaktadır. Isıl işlem uygulayarak sucuk üreten araştırmacılardan



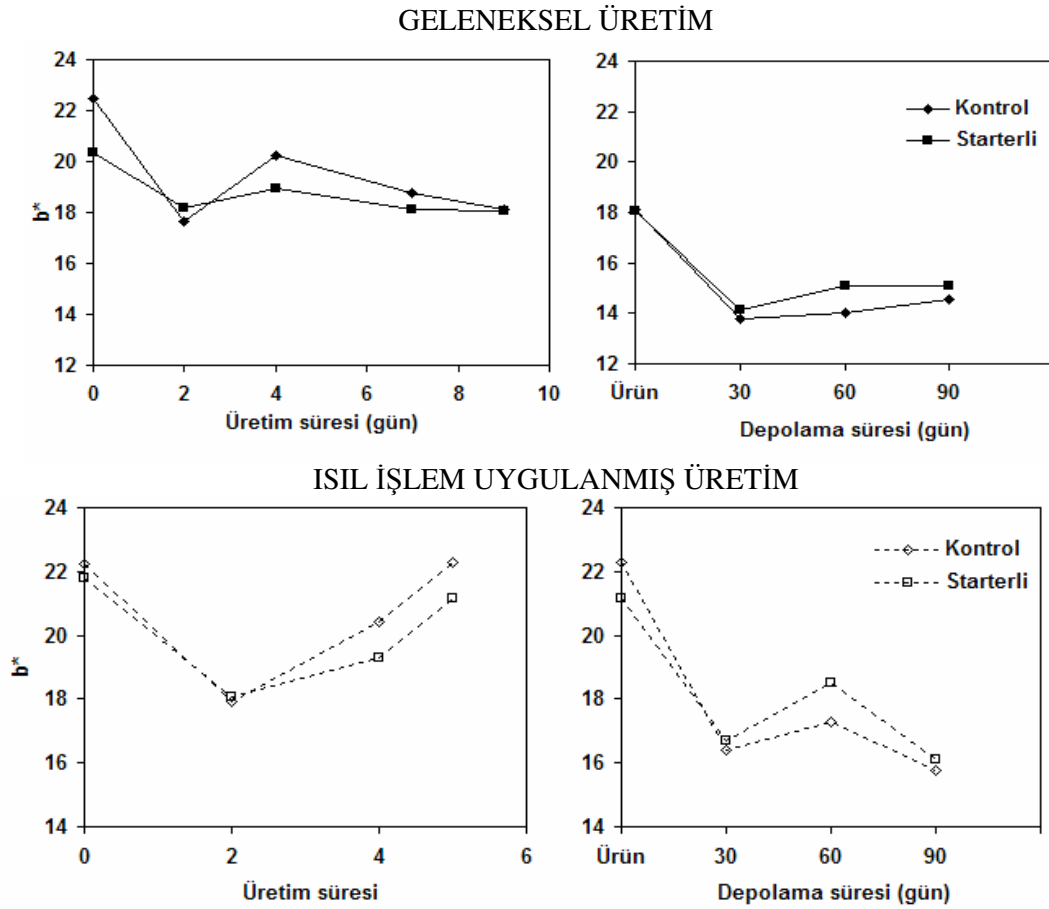
Şekil 4.7. Üretim ve depolama süresince sucukların a* değerlerindeki değişimler

Ensoy (2004), a* değerini kontrol grubunda 15,50, starter kültür kullandığı gruplarda 13,35 ve 14,87, Ercoşkun (2006) ise 18,28 olarak belirlemişlerdir. Her iki araştırmacı, sucuklarda ısıtma işlem uygulaması ile a* değerinde artış olduğunu bildirmişlerdir. Isıtma işlem uygulanarak üretilen sucuklarda kontrol grubunda ısıtma işlem sonrası a* değerinde artış görülmüş ve son üründe 16,90 değeri elde edilmişken, starter grubunda ısıtma işlem sonrasında önemli bir artış görülmemiş ve 16,95 değeri elde edilmiştir. Son üründe a* değerinin Ensoy (2004)'un elde ettiği değerlerden yüksek, Ercoşkun (2006)' değerlerinden daha düşük olduğu görülmüştür.

Sarılık (b*) değeri, geleneksel sucuk üretiminde sadece üretim süresine ($p < 0,01$) bağlı olarak azalma göstermişken, ısıtma işlem uygulanan örneklerde üretim süresi x starter katılması etkileşimine bağlı olarak azalma göstermiştir ($p < 0,01$). Depolama süresince b* değeri üretim yöntemi x starter kullanımı x depolama süresi etkileşimi istatistiksel olarak önemli

bulunmuştur ($p<0,01$) (Çizelge 4.17., Çizelge 4.18. ve Çizelge 4.19.).

Geleneksel olarak üretilen sucuklarda sarılık değeri kontrol grubunda 22,50 değerinden üretim sonunda 18,10 değerine, starter grubunda 20,33 değerinden 18,05 değerine azalmıştır. Isıl işlem uygulanan sucuklarda kontrol ve starterli gruplarda fermentasyonun 4. gününde (ısıl işlem öncesi) sırasıyla 20,42 ve 19,29 olan b^* değerleri, ısıl işlem uygulamasından sonra sırasıyla 22,27 ve 21,16 değerlerine artış göstermiştir (Çizelge 4.17., Çizelge 4.18. ve Şekil 4.8.).



Şekil 4.8. Üretim ve depolama süresince sucukların b^* (sarılık) değerlerindeki değişimler

Her iki üretim yönteminde de sucuk gruplarında fermentasyonun 2. gününde sucukların b^* değerinde düşme görülmüşken, 4. günde tekrar bir artış görülmüştür. Bu aşamadan sonra

geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda kurutma ve depolama süresince b* değerinde azalma görülmüştür. Isıl işlem uygulaması, sucuk örneklerinde b* değerinin artışına sebep olmuştur (Şekil 4.8.). Ercoşkun (2006) yaptığı çalışmada ısıl işlem uygulamasının sucuklarda b* değerini artırdığını bildirmiştir. Gök (2006) ve Ensoy (2004), üretim ve depolama süresince sucuklarda b* değerinin düştüğünü bildirmişlerdir. b* değerinde görülen bu azalmaya, myoglobinin yapısal değişime uğraması ve oksimiyoglobin miktarının azalmasının sebep olabileceği bildirilmiştir (Chasco *et al.* 1996).

4.8. Serbest Yağ Asitleri (SYA) Miktarı

Geleneksel ve ısıl işlem uygulanarak üretilen sucuk örneklerinin üretim aşamalarında belirlenen serbest yağ asitleri (SYA) miktarları (% oleik asit cinsinden) sırasıyla Çizelge 4.20. ve Çizelge 4.21.'de verilmiştir. Tüm sucuk örneklerinin depolama aşamalarında belirlenen SYA miktarları ise Çizelge 4.22.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.20. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen SYA miktarları (% oleik asit)

Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)					Ortalama
	0	2	4	7	9 (Ürün)	
Kontrol	1,40±0,14	2,65±0,02	3,89±0,11	6,15±0,05	9,81±0,21	4,81±0,33a
Starterli	1,57±0,09	2,24±0,04	3,52±0,22	5,93±0,35	9,12±0,35	4,44±0,29b
Ortalama	1,49±0,08E	2,45±0,09D	3,71±0,14C	6,04±0,22B	9,47±0,26A	

A,B,C,D,E : İlgili satırda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,01).

a,b : İlgili sütunda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

Çizelge 4.21. Isıl işlem uygulanan sucuklarda üretim süresince belirlenen SYA miktarları (% oleik asit)

Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)			
	0	2	4 (Isıl işlem öncesi)	5 (Ürün)
Kontrol	1,43±0,23a	2,68±0,17a	3,85±0,18a	4,99±0,11a
Starterli	1,59±0,12a	2,22±0,09b	3,79±0,21a	4,82±0,08a

A,B,C,D : İlgili satırda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,01).

a,b : İlgili sütunda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

Çizelge 4.22. Sucuklarda depolama süresince belirlenen SYA miktarları (% oleik asit)

Üretim yöntemi Sucuk grubu	Depolama süresi (gün)			
	0 (Ürün)	30	60	90
Geleneksel ^X				
Kontrol	9,81±0,21Ba	10,38±0,35Ba	13,74±0,18Aa	14,21±0,08Aa
Starterli	9,12±0,82Db	10,01±0,93Ca	12,58±0,25Bb	13,85±0,36Aa
Isıl işlem ^Y				
Kontrol	4,99±0,11Da	6,55±0,08Ca	6,91±0,26Ba	9,87±0,14Aa
Starterli	4,82±0,21Da	6,56±0,44Ca	7,11±0,19Ba	9,51±0,45Ab

^{X,Y}:İlgili sütunda aynı harfi taşıyan üretim yöntemleri arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).

A, B, C, D: İlgili satırda aynı üretim yöntemi içinde, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

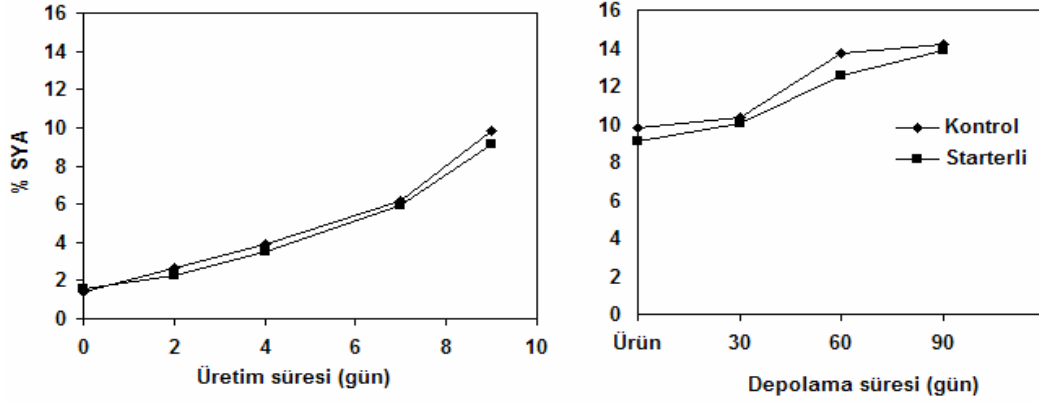
a,b: İlgili sütunda aynı üretim yöntemi içinde aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

Geleneksel üretimde fermentasyon ve kurutma süresince kontrol ve starter gruplarında SYA miktarlarında artış görülmüştür. Sucuk hamurunda kontrol ve starter gruplarında sırasıyla %1,40 ve %1,57 olan SYA miktarları üretimin başından itibaren önemli düzeyde artarak 9. günde sırasıyla %9,81 ve %9,12 düzeylerine ulaşmıştır (Çizelge 4.20., Şekil 4.9.). SYA miktarının artışında üretim süresi ve starter kullanımının istatistiksel olarak önemli etkileri görülmüştür (p<0,01).

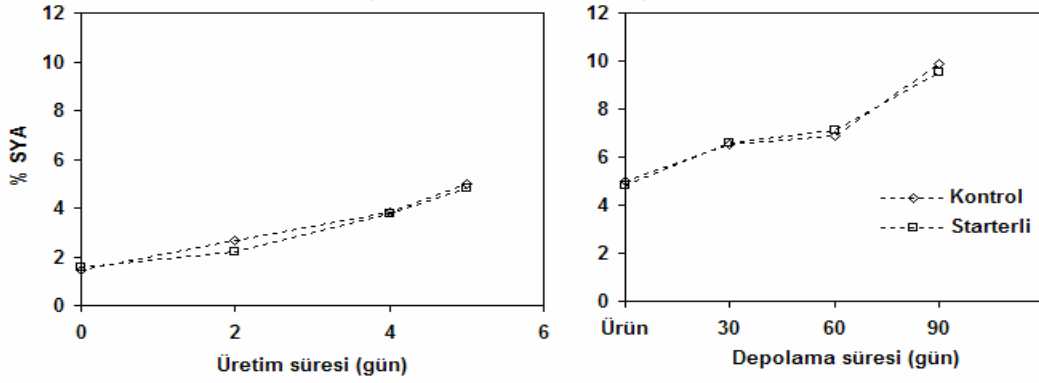
Fermente sosislerin üretimi süresince endojen (lipaz ve fosfolipaz) ve ekzojen enzimlerin aktivitesi ile meydana gelen lipoliz sonucunda serbest yağ asidi miktarında artış olduğu bildirilmektedir (Samelis *et al.* 1993, Montel *et al.* 1998).

Coşkun (2002)'in çalışmasında, sucuk hamurunda SYA miktarı %1,93, Ensoy (2004), hindi sucuklarda yaptığı çalışmasında hamurda SYA miktarını kontrol grubunda %1,89, starter kültür kullandığı gruplarda %1,97 ve %2,00, Ercoşkun (2006), sucuk hamurunda SYA miktarını %6,88 ve Gök (2006) ise %0,82-0,96 olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada sucuk hamurunda bulunan SYA miktarları diğer çalışmalarla uyum sağlamakla birlikte daha düşük saptanmıştır. Ayrıca Ercoşkun (2006)'un belirlemiş olduğu SYA miktarının diğer çalışmalara göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Geleneksel olarak üretilen sucuk gruplarında SYA miktarında gerek üretim ve gerekse depolama süresince arttığı görülmüştür. SYA miktarında belirlenen bu artışın kontrol grubunda starter içeren gruba göre daha yüksek olduğu görülmüştür (p<0,01).

GELENEKSEL ÜRETİM



ISIL İŞLEM UYGULANMIŞ ÜRETİM



Şekil 4.9. Üretim ve depolama süresince sucukların % serbest yağ asitleri (% oleik asit) miktarlarındaki değişimler

Fermentasyon işlemi sonrası ısıtma işlemi uygulanan kontrol ve starter gruplarında SYA miktarında artış gözlenmiştir. Isıtma işlemi uygulamasında görülen SYA miktarındaki artışta starter kullanımı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Isıtma işlemi uygulaması, SYA miktarında artışa neden olmuş ve son üründe SYA, kontrol grubunda %4,99 ve starter grubunda %4,82 bulunmuştur (Çizelge 4.21.).

Coşkun (2002), ısıtma işlemi uyguladıkları sucuklarda SYA miktarını %2,51, Ensoy (2004), ısıtma işlemi uyguladıkları hindi sucuklarda SYA miktarını kontrol grubunda %8,49 ve starter kullandığı gruplarda %7,06 ve %6,57 olarak belirlemişlerdir. Ercoşkun (2006), sucuk üretiminde ısıtma işlemi uygulaması ile SYA değerinin düştüğünü bildirmiştir. Bu düşmenin, serbest yağ asitlerinin ısıtma işlemi uygulaması ile okside olmasından kaynaklanabileceği

bildirilmiştir (Zanardi *et al.* 2000, 2002, Ercoşkun 2006). Bu çalışmada, ısıtma işlem uygulaması ile elde edilen sucuk gruplarında mikrobiyel yükte ve enzimatik aktivitede görülen azalma ve oksidasyonda görülen artışa bağlı olarak geleneksel üretime göre daha düşük SYA miktarları elde edilmiştir.

Depolama sırasında sucuk örneklerinin SYA miktarlarında artış gözlenmiştir (Şekil 4.9.). Depolama başlangıcında geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda kontrol grubunda %9,81 olan SYA miktarı depolama sonunda %14,21'e, starter grubunda %9,12'den %13,85'e, ısıtma işlem uygulanarak üretilen sucuklarda kontrol grubunda %4,99'dan %9,87'ye ve starter grubunda %4,82'den %9,51'e artmıştır. Depolama süresince SYA miktarı üretim yöntemi x starter x depolama süresi etkileşimine bağlı olarak artış göstermiştir ($p < 0,01$) (Çizelge 4.22.). Coşkuner (2002), 90 gün depoladıkları geleneksel sucukta SYA miktarının %10,07'den %12,16'ya, ısıtma işlem uyguladığı sucuklarda ise %2,51'den %5,50'e arttığını; Ensoy (2004), hindi sucuklarında geleneksel üretimde kontrol grubunda %11,10 olan SYA miktarının 90. günde %23,43'e, starter kullandığı gruplarda %10,54-13,01'dan %13,64-22,33'e arttığını; ısıtma işlem uyguladığı sucuklarda kontrol grubunda %8,49'dan %14,80'e, starter kullanılan gruplarda ise %7,06-6,56'dan %8,49-9,62'ye artış gösterdiklerini bildirmiştir. Bu çalışma ile depolama sonunda geleneksel üretimde belirlenen SYA miktarlarının Coşkuner (2002)'in bulgularından daha yüksek, Ensoy (2004)'un bulgularından daha düşük olduğu, ısıtma işlem uygulamasında ise Coşkuner (2002)'in belirlediği miktardan daha yüksek ve Ensoy (2004)'un belirlediği miktarlar arasında yer aldığı görülmüştür. Bu farklılıklar, yapılan bu çalışmalarda farklı proses koşulları ve farklı özelliklerde materyal kullanımından kaynaklanabilmektedir.

Samelis *et al.* (1993), geleneksel olarak ürettikleri fermente sosislerde 21°C fermentasyon sıcaklığında ve 30 günlük üretim sonunda SYA miktarının %0,12'den %0,34'e arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada SYA miktarını başlangıçta etin parçalanma oranının etkilediği de belirtilmiştir. Johansson *et al.* (1994), *P. pentosaceus* ve *S. xylosus* kullanarak ürettikleri fermente sosislerde başlangıçta ilk üç gün sonrasında SYA miktarını %0,6 olarak bulmuşken, proses ve 63 günlük depolama ile %6,8'e yükseldiğini bildirmişlerdir. Üretimin başlangıcında sosis hamurunda SYA tespit edememişlerdir. Zalacain *et al.* (1996), *L. plantarum* ve *S. carnosus* ekleyerek ürettikleri geleneksel kuru fermente sosislerde son üründe SYA miktarını 3,31 g oleik asit/100g yağ olarak belirlemişlerdir.

Molly *et al.* (1996), Navarro *et al.* (1997) ve Galgano *et al.* (2003), starter kullanarak ürettikleri fermente sosislerde, starter kültür kullanımının SYA oluşumu üzerine önemli bir etki göstermediğini, etin ve yağın yapısında doğal olarak bulunan lipolitik enzimlerin serbest yağ asiti oluşumunda daha etkili rol aldığını belirtmişlerdir. Hierro *et al.* (1997) ise, aseptik koşullarda starter kültür kullanarak ürettikleri fermente sosislerde SYA miktarının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Lipolitik aktivitenin daha çok mikrokoklar tarafından gerçekleştirildiğini bunun ise fermente sosislerde ortamda bulunan laktik asit bakterileri tarafından inhibe edildiğini tesbit etmişlerdir.

4.9. Tiyoarbiturik Asit (TBA) Değeri

Geleneksel ve ısı işlem uygulanarak üretilen sucuk örneklerinin üretim aşamalarında belirlenen tiyoarbiturik asit (TBA) değerleri ortalamaları mg malonaldehit/kg örnek olarak sırasıyla Çizelge 4.23. ve Çizelge 4.24.'de verilmiştir. Sucukların depolama aşamalarında belirlenen TBA değerleri ortalamaları ise Çizelge 4.25.'de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen TBA değerleri (mg malonaldehit/kg)

Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)				
	0	2	4	7	9 (Ürün)
Kontrol	0,41±0,02	0,45±0,03	0,52±0,01	0,62±0,02	0,64±0,02
Starterli	0,40±0,05	0,43±0,02	0,48±0,01	0,59±0,02	0,62±0,04
Ortalama	0,41±0,03C	0,44±0,01C	0,50±0,01B	0,61±0,01A	0,63±0,02A

A, B, C: İlgili satırda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,01).

Çizelge 4.24. Isıl işlem uygulanan sucuklarda üretim süresince belirlenen TBA değerleri (mg malonaldehit/kg)

Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)			
	0	2	4 (Isıl işlem öncesi)	5 (Ürün)
Kontrol	0,48±0,01	0,52±0,04	0,61±0,02	0,78±0,02
Starterli	0,43±0,03	0,45±0,02	0,54±0,03	0,71±0,02
Ortalama	0,46±0,02C	0,49±0,03C	0,58±0,02B	0,75±0,01A

A, B, C: İlgili satırda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,01).

Çizelge 4.25. Sucuklarda depolama süresince belirlenen TBA değerleri (mg malonaldehit/kg)

Üretim yöntemi Sucuk grubu	Depolama süresi (gün)			
	0 (Ürün)	30	60	90
Geleneksel ^Y				
Kontrol	0,64±0,02	0,68±0,003	0,73±0,003	0,77±0,021
Starterli	0,62±0,04	0,64±0,038	0,68±0,006	0,75±0,009
Ortalama	0,63±0,03C	0,66±0,021C	0,71±0,007B	0,76±0,010A
Isıl işlem ^X				
Kontrol	0,78±0,017	0,84± 0,097	0,88±0,017	0,92±0,017
Starterli	0,71±0,182	0,78±0,134	0,86±0,038	0,89± 0,021
Ortalama	0,75±0,011B	0,81±0,091AB	0,87±0,031A	0,91±0,018A

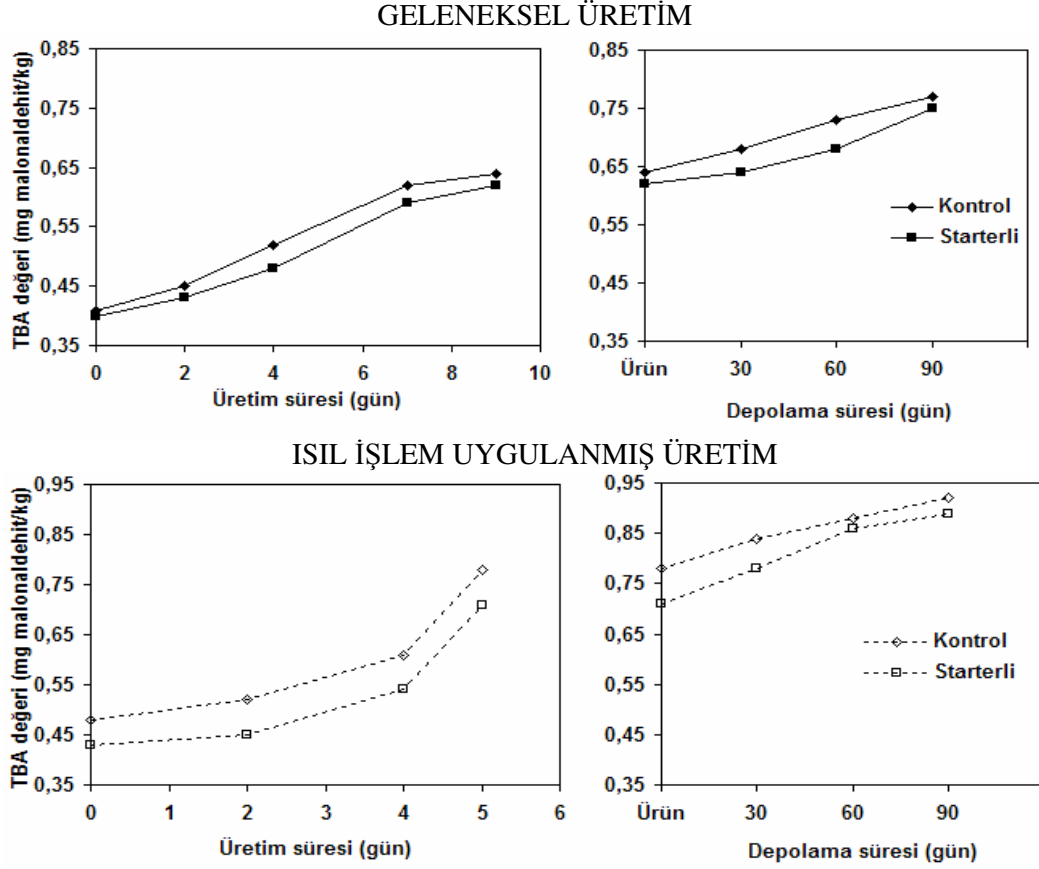
^{X,Y}:İlgili sütunda aynı harfi taşıyan üretim yöntemleri arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).

A, B, C: İlgili satırda aynı üretim yöntemi içinde, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

Geleneksel olarak üretilen sucuklarda TBA değeri sucuk hamurunda, kontrol grubunda 0,41 ve starter grubunda 0,40 olarak belirlenmiştir. Üretim süresince TBA değerinin arttığı ve son üründe kontrol grubunda 0,64 ve starter grubunda 0,62 değerlerine ulaştıkları görülmüştür (Çizelge 4.23., Şekil 4.10.). Isıl işlem uygulanan sucuklarda ise fermentasyon ve ısıl işlem sonrası TBA değerleri artmış, son üründe kontrol grubunda 0,78 ve starter grubunda 0,71 olarak belirlenmiştir. Isıl işlem uygulaması TBA değerinde önemli düzeyde artışa neden olmuştur (p<0,01). Her iki üretim yönteminde, üretim aşamalarında görülen TBA değerlerindeki artışlarda üretim süresinin etkili olduğu (p<0,01), starter kültür kullanımının ise etkili olmadığı (p>0,05) saptanmıştır (Çizelge 4.23. ve 4.24.). Isıl işlem uygulaması serbest yağ asitlerinin önemli ölçüde oksidasyonuna ve dolayısıyla yüksek TBA değerine neden olmuştur.

Genel olarak tüm sucuk gruplarında depolama süresince TBA değerlerinde artış görülmüştür. TBA değerinde görülen bu değişmelere üretim yöntemi ve depolama süresinin etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,01) (Çizelge 4.25., Şekil 4.10.).

Salgado *et al.* (2005), endüstriyel ve geleneksel olarak üretilen İspanyol fermente sosisi olan chorizolarda TBA miktarını üretimin başında sırasıyla 1,72 ve 2,30 mg malonaldehit/kg



Şekil 4.10. Üretim ve depolama süresince sucukların TBA değerlerindeki değişimler

olarak bulmuşlardır. Üretimin 14. gününe kadar TBA değerlerinde 0,70 ve 0,66 değerlerine azalma olduğunu göstermişlerdir. Üretimin sonraki aşamalarında her iki grubun TBA değerlerinde artışlar olduğunu bildirmişlerdir. TBA değerinin son üründe ev yapımı chorizolarda daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bruna *et al.* (2003), starter kültür kullanarak ürettikleri kuru fermente sosislerde TBA değerini 0. gün 0,12 mg malondialdehit/kg kuru madde ve son üründe 0,63 mg malondialdehit/kg kuru madde olarak belirlemişlerdir. Bozkurt and Erkmen (2002), starter ve koruyucu katkı kullanmadan ürettikleri sucuklarda TBA değerinin 2,05’den 8,41’e arttığını, depolama süresince ise azalma olduğunu bildirmişlerdir. Starter ve koruyucu kullanılarak ürettikleri sucuklarda ise TBA değerinin 2,00’den 8,17’ye arttığını bildirmişlerdir. Starter kültür tarafından üretilen katalaz enziminin ransit bileşiklerin (peroksitler, aldehitler, ketonlar) parçalanmasına neden olduğunu ve bu yüzden TBA değerinin starter kültür kullanılan gruplarda daha düşük bulunduğunu bildirmişlerdir. Zalacain *et al.* (1995, 1996), geleneksel olarak ürettikleri ve starter kültür

kullandıkları fermente sosislerde fermentasyonun sonunda 1,22mg malonaldehit/kg yağ olarak buldukları TBA değerinin üretimin sonunda 1,19 mg malonaldehit/kg yağ değerine düştüğünü bildirmişlerdir. Fernandez and Rodriguez (1991), chorizo üretiminde TBA değerini başlangıçta 0,64 civarında bulmuşken, 60 günlük üretim sonunda 2,21 değerine arttığını bildirmişlerdir.

Ercoskun (2006), geleneksel olarak ürettiği sucuklarda TBA değerini 0,43 mg malonaldehit/kg, Coşkuner (2002), 0,38 mg malonaldehit/kg; ısıtım işlemi uygulanarak ürettikleri sucuklarda TBA değerlerini sırasıyla 0,41 ve 0,66 mg malonaldehit/kg olarak bulmuşlardır. Ayrıca Coşkuner (2002), depolama süresince ısıtım işlemi görmüş ve geleneksel üretilmiş sucukların TBA değerlerinin arttığını bildirmiştir.

4.10. Yağ Asitleri Dağılımı

Geleneksel olarak üretilen sucuklarda ve ısıtım işlemi uygulanarak üretilen sucuklarda lipidlerde üretim süresince meydana gelen değişimler Çizelge 4.26. ve Çizelge 4.28.'de, varyans analizine ait sonuçlar Çizelge 4.27. ve Çizelge 4.29.'da, sucuk gruplarının depolanması süresince meydana gelen değişimler ise Çizelge 4.30.'da gösterilmiştir.

Geleneksel olarak üretilen sucuklarda üretim süresince doymuş yağ asitlerinden miristik asit, palmitik asit ve araşidik asit miktarında artış; doymamış yağ asitlerinden miristoleik, palmitoleik, oleik, linoleik ve linolenik asit miktarında azalma görülmüştür ($p<0,01$). Çoklu doymamışlık gösteren linoleik ve linolenik asit miktarlarındaki azalma diğerlerinden daha fazla olmuştur. Starter kültür kullanılan sucuk grubunda çoklu doymamışlık gösteren yağ asitlerinin miktarında daha fazla azalma görülmüştür ($p<0,01$) (Çizelge 4.26.).

Geleneksel üretimde starter kültür kullanımı miristik asit ve araşidik asit miktarlarını, üretim süresi ise oleik asit ve linoleik asit miktarlarını istatistiksel açıdan önemli düzeyde ($p<0,01$) etkilemişlerdir. Yine üretim süresince TDYA ve ÇDYA değerleri istatistiksel olarak önemli değişimler göstermişlerdir ($p<0,01$) (Çizelge 4.27.).

Çizelge 4.26. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen yağ asitleri dağılımı

Yağ asidi	Çıkış zamanı (dakika)	Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)				
			0	2	4	7	9 (Ürün)
Miristik asit(C14:0)	6,171	Kontrol	2,85	3,00	3,02	3,13	3,19
		Starterli	2,98	3,41	3,46	3,47	3,44
Miristoleik asit (C14:1)	7,197	Kontrol	0,68	0,68	0,68	0,77	0,65
		Starterli	0,78	0,75	0,74	0,72	0,67
Palmitik asit(C16:0)	8,510	Kontrol	23,52	24,28	24,17	24,16	23,18
		Starterli	23,57	24,64	24,85	24,84	24,89
Palmitoleik asit (C16:1)	10,523	Kontrol	2,14	2,08	2,01	2,02	1,95
		Starterli	2,33	2,16	2,11	2,09	1,96
Stearik asit(C18:0)	13,190	Kontrol	21,05	20,33	21,12	21,18	20,98
		Starterli	20,88	21,55	20,57	20,64	20,92
Oleik asit (C18:1)	14,298	Kontrol	45,09	44,97	44,88	44,60	45,55
		Starterli	44,72	44,65	44,33	44,26	44,27
Linoleik asit (C18:2)	17,987	Kontrol	3,05	2,70	2,37	2,58	2,31
		Starterli	3,05	2,73	2,57	2,53	2,33
Araşidik asit(C20:0)	22,877	Kontrol	0,92	0,91	0,89	0,97	0,99
		Starterli	0,79	0,78	0,81	0,85	0,89
Linolenik asit(C18:3)	24,354	Kontrol	0,91	0,89	0,75	0,79	0,86
		Starterli	0,96	0,86	0,82	0,87	0,84
DYA	-	Kontrol	48,34	48,52	49,20	49,44	48,34
		Starterli	48,22	50,38	49,69	49,80	50,14
TDYA	-	Kontrol	47,91	47,73	47,57	47,39	48,15
		Starterli	47,83	47,56	47,18	47,07	46,90
ÇDYA	-	Kontrol	3,96	3,59	3,12	3,37	3,17
		Starterli	4,01	3,59	3,39	3,40	3,17

DYA: Doymuş yağ asitleri toplamı, TDYA: Tekli doymamış yağ asitleri toplamı, ÇDYA: Çoklu doymamış yağ asitleri toplamı.

Çizelge 4.27. Starter kullanımı ve üretim süresinin geleneksel sucuğun yağ asitleri dağılımı üzerine etkisinin varyasyon analiz sonuçları (Bağımsız veriler ve interaksiyonların F- değerleri)

Parametreler	Varyasyon Kaynakları- Geleneksel üretim		
	Starter	Süre	Starter x süre
Yağ asitleri			
Miristik asit	6,46**	2,77öd	1,16öd
Miristoleik asit	2,58öd	1,64öd	0,79öd
Palmitik asit	0,07öd	2,60öd	0,86öd
Palmitoleik asit	0,37öd	0,95öd	1,06öd
Stearik asit	2,46öd	2,37öd	0,49öd
Oleik asit	0,03öd	5,03**	0,56öd
Linoleik asit	0,15öd	5,69**	0,16öd
Araşidik asit	11,12**	1,48öd	0,19öd
Linolenik asit	0,04öd	2,38öd	0,57öd
DYA	0,82öd	2,88öd	0,55öd
TDYA	0,13öd	6,23**	0,65öd
ÇDYA	0,05öd	5,54**	0,22öd

öd: önemli değil. ** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

DYA: Doymuş yağ asitleri toplamı, TDYA: Tekli doymamış yağ asitleri toplamı, ÇDYA: Çoklu doymamış yağ asitleri toplamı.

Çizelge 4.28. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen yağ asitleri dağılımı

Yağ asidi	Çıkış zamanı (dakika)	Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)			
			0	2	4 (Isıl işlem öncesi)	5 (Ürün)
Miristik asit(C14:0)	6,171	Kontrol	2,92	3,03	3,14	3,22
		Starterli	3,19	3,43	3,48	3,56
Miristoleik asit (C14:1)	7,197	Kontrol	0,74	0,70	0,69	0,54
		Starterli	0,75	0,68	0,65	0,52
Palmitik asit(C16:0)	8,510	Kontrol	23,94	24,48	24,67	24,82
		Starterli	23,83	24,66	24,79	24,91
Palmitoleik asit (C16:1)	10,523	Kontrol	2,20	2,09	2,00	1,96
		Starterli	2,27	2,16	2,07	1,92
Stearik asit(C18:0)	13,190	Kontrol	21,58	21,68	21,83	21,96
		Starterli	21,21	21,62	21,64	21,70
Oleik asit (C18:1)	14,298	Kontrol	44,98	44,69	44,44	43,23
		Starterli	44,57	44,21	44,04	43,12
Linoleik asit (C18:2)	17,987	Kontrol	3,12	2,74	2,38	2,29
		Starterli	3,05	2,77	2,61	2,40
Araşidik asit (C20:0)	22,877	Kontrol	0,94	0,95	0,97	1,18
		Starterli	0,85	0,93	0,99	1,20
Linolenik asit (C18:3)	24,354	Kontrol	0,96	0,89	0,78	0,61
		Starterli	1,11	0,90	0,84	0,68
DYA	-	Kontrol	49,38	50,14	50,61	51,18
		Starterli	49,08	50,64	50,90	51,37
TDYA	-	Kontrol	47,92	47,48	47,13	45,73
		Starterli	47,59	47,05	46,76	45,56
ÇDYA	-	Kontrol	4,08	3,63	3,16	2,90
		Starterli	4,16	3,67	3,45	3,08

DYA: Doymuş yağ asitleri toplamı, TDYA: Tekli doymamış yağ asitleri toplamı, ÇDYA: Çoklu doymamış yağ asitleri toplamı

Isıl işlem uygulanan sucuk örneklerinde doymuş yağ asitlerinden stearik asit ve araşidik asit miktarlarının artış gösterdiği belirlenmiştir. Tekli doymamışlık gösteren yağ asitlerinden miristoleik asit ve palmitoleik asit ve de çoklu doymamışlık gösteren linoleik asit ve linolenik asit miktarlarında ve TDYA ve ÇDYA miktarında ısıl işlem uygulaması ile azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.28.).

Isıl işlem uygulaması ile üretilen sucuklarda miristik asit, üretim süresince starter x süre etkileşimine bağlı olarak artış göstermiştir. Miristoleik asit $p<0,05$ düzeyinde, stearik asit $p<0,01$ düzeyinde ve araşidik asit $p<0,05$ düzeyinde starter kullanımından etkilenmiştir. Palmitik asit, oleik asit ve linoleik asit süreye bağlı olarak önemli düzeyde değişim göstermişlerdir. Isıl işlem uygulanan sucuklarda DYA ve TDYA üretim süresinden etkilenmişlerdir ($p<0,01$) (Çizelge 4.29.).

Çizelge 4.29. Starter kullanımı ve fermentasyon süresinin ısıtma işlemi uygulanan sucuğun yağ asitleri dağılımı üzerine etkisinin varyasyon analiz sonuçları (Bağımsız veriler ve interaksiyonların F- değerleri)

Parametreler	Varyasyon Kaynakları- Isıl İşlem		
	Starter	Süre	Starter x süre
Yağ asidi dağılımları			
Miristik asit	2,42öd	4,70*	3,94*
Miristoleik asit	7,56*	2,02öd	0,57öd
Palmitik asit	0,78öd	5,93**	0,69öd
Palmitoleik asit	1,47öd	1,55öd	1,29öd
Stearik asit	8,93**	2,15öd	0,90öd
Oleik asit	0,01öd	6,28**	0,29öd
Linoleik asit	0,40öd	5,72**	0,12öd
Araşidik asit	5,30*	0,74öd	0,42öd
Linolenik asit	0,52öd	1,21öd	0,21öd
DYA	3,20öd	3,61**	0,60öd
TDYA	0,73öd	7,32**	0,57öd
ÇDYA	0,56öd	4,71*	0,14öd

öd: önemli değil. * p<0,05 düzeyinde önemlidir. ** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

DYA: Doymuş yağ asitleri toplamı, TDYA: Tekli doymamış yağ asitleri toplamı, ÇDYA: Çoklu doymamış yağ asitleri toplamı.

Depolanmış örneklerde miristik asit ve palmitik asit miktarlarına üretim yöntemi x starter kullanımı x depolama süresi etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). Palmitoleik asit ve stearik asit miktarları starter x depolama süresi interaksiyonundan etkilenmiştir (p<0,01). Oleik asit ve araşidik asit üretim yöntemine bağlı olarak değişim göstermişlerdir (p<0,05) (Çizelge 4.31.).

Lipidler, sucuk bileşiminde yer alan en önemli bileşenlerden birisidir. Sucuk üretimi ve depolanması süresince lipidler, etin yapısında bulunan lipolitik enzimler ve mikrobiyel lipazların etkisi ile parçalanmakta ve yağ asitleri ortaya çıkmaktadır. Bu parçalanmalar daha çok doymamış yağ asitlerinde görülmektedir (Zanardi *et al.* 2004, Montel 1999). Toldrá *et al.* (1992), lipolitik değişimlerin fermente sosislerde olgunlaştırma süresince geliştiğini bildirmişlerdir. Fermente sosislerde lipolitik aktivitede önemli yeri olan kas lipazlarının optimum 4,5-5,5 pH aralığında çalıştığı ve bu pH aralığında, polar lipid fraksiyonlarının daha yoğun olarak parçalandığı belirtilmektedir.

Çizelge 4.30. Depolama süresince yağ asidi dağılımında görülen değişmeler

Yağ asidi	Çıkış zamanı (dakika)	Sucuk grubu	Depolama süresi (gün)						
			0 (Ürün)	30	60	90			
Miristik asit(C14:0)	6,171	Geleneksel	Kontrol	3,19	3,24	3,38	3,34		
			Starterli	3,44	3,46	3,48	3,52		
		Isıl işlem	Kontrol	3,22	3,26	3,28	3,32		
			Starterli	3,56	3,57	3,62	3,64		
		Miristoleik asit (C14:1)	7,197	Geleneksel	Kontrol	0,65	0,62	0,60	0,56
					Starterli	0,67	0,64	0,61	0,58
Isıl işlem	Kontrol			0,54	0,53	0,50	0,47		
	Starterli			0,52	0,52	0,49	0,48		
Palmitik asit(C16:0)	8,510			Geleneksel	Kontrol	23,11	23,14	23,21	23,24
					Starterli	23,89	23,92	24,12	24,17
		Isıl işlem	Kontrol	24,82	24,84	24,90	24,98		
			Starterli	24,91	24,97	28,01	25,08		
		Palmitoleik asit (C16:1)	10,523	Geleneksel	Kontrol	1,95	1,91	1,88	1,86
					Starterli	1,96	1,93	1,89	1,85
Isıl işlem	Kontrol			1,96	1,94	1,92	1,91		
	Starterli			1,12	1,10	1,06	1,04		
Stearik asit(C18:0)	13,190			Geleneksel	Kontrol	20,98	21,08	21,14	21,22
					Starterli	20,92	21,06	21,11	21,18
		Isıl işlem	Kontrol	21,96	22,00	22,08	22,07		
			Starterli	21,70	21,76	21,84	21,88		
		Oleik asit (C18:1)	14,298	Geleneksel	Kontrol	45,55	45,46	45,38	45,31
					Starter	44,27	44,98	44,08	43,12
Isıl işlem	Kontrol			43,23	43,17	43,12	43,02		
	Starterli			43,12	43,03	42,92	42,88		
Linoleik asit (C18:2)	17,987			Geleneksel	Kontrol	2,31	2,28	2,25	2,20
					Starterli	2,33	2,30	2,26	2,23
		Isıl işlem	Kontrol	2,29	2,26	2,22	2,19		
			Starterli	2,40	2,37	2,29	2,21		
		Araşidik asit(C20:0)	22,877	Geleneksel	Kontrol	0,99	1,12	1,18	1,24
					Starterli	0,89	0,96	1,02	1,09
Isıl işlem	Kontrol			1,18	1,21	1,29	1,32		
	Starterli			1,20	1,24	1,31	1,38		
Linolenik asit (C18:3)	24,354			Geleneksel	Kontrol	0,86	0,80	0,74	0,72
					Starterli	0,84	0,78	0,72	0,69
		Isıl işlem	Kontrol	0,61	0,58	0,55	0,51		
			Starterli	0,68	0,67	0,63	0,60		

DYA: Doymuş yağ asitleri toplamı, TDYA: Tekli doymamış yağ asitleri toplamı, ÇDYA: Çoklu doymamış yağ asitleri toplamı.

Çizelge 4.30. Depolama süresince yağ asidi dağılımında görülen değişimler (devam)

Yağ asidi	Çıkış zamanı (dakika)	Sucuk grubu	Depolama süresi (gün)			
DYA	-	Geleneksel				
		Kontrol	48,34	48,58	48,91	49,04
		Starterli	50,14	49,40	49,73	49,96
		Isıl işlem				
		Kontrol	51,18	51,31	51,55	51,69
		Starterli	51,37	51,54	54,78	51,98
TDYA	-	Geleneksel				
		Kontrol	48,15	47,99	47,86	47,73
		Starterli	46,90	47,55	46,58	45,55
		Isıl işlem				
		Kontrol	45,73	45,64	45,54	45,40
		Starterli	45,56	44,65	44,47	44,40
ÇDYA	-	Geleneksel				
		Kontrol	3,17	3,08	2,99	2,92
		Starterli	3,17	3,08	2,98	2,92
		Isıl işlem				
		Kontrol	2,90	2,84	2,77	2,70
		Starterli	3,08	3,04	2,92	2,81

DYA: Doymuş yağ asitleri toplamı, TDYA: Tekli doymamış yağ asitleri toplamı, ÇDYA: Çoklu doymamış yağ asitleri toplamı.

Çizelge 4.31. Üretim yöntemi, starter kullanımı ve depolama süresinin sucuk gruplarında yağ asitleri dağılımı üzerine etkisinin varyasyon analizi sonuçları (Bağımsız veriler ve interaksyonların F- değerleri)

Parametreler	Varyasyon Kaynakları- Depolama						
	Ü	S	D	ÜXS	ÜXD	SXD	ÜXSXD
Yağ asidi dağılımı							
Miristik asit	0,36öd	0,51öd	1,44öd	1,02öd	0,92öd	3,03*	3,75*
Miristoleik asit	1,94öd	0,60öd	0,66öd	0,66öd	1,69öd	2,10öd	1,75öd
Palmitik asit	3,85öd	0,38öd	1,90öd	2,64öd	1,20öd	3,20öd	3,87*
Palmitoleik asit	0,81öd	0,96öd	0,15öd	0,20öd	1,27öd	6,48**	1,31öd
Stearik asit	0,91öd	0,00öd	2,86öd	0,20öd	2,41öd	4,72**	2,04öd
Oleik asit	6,10*	0,12öd	0,87öd	0,00öd	1,50öd	0,88öd	1,90öd
Linoleik asit	0,03öd	0,05öd	0,13öd	0,41öd	0,99öd	2,53öd	0,36öd
Araşidik asit	5,11*	0,06öd	0,31öd	0,50öd	0,93öd	1,10öd	1,41öd
Linolenik asit	0,29öd	0,84öd	0,13öd	0,01öd	0,48öd	1,13öd	0,79öd
DYA	5,48*	0,01öd	1,08öd	0,79öd	0,35öd	1,02öd	0,97öd
TDYA	7,39**	0,95öd	1,33öd	0,02öd	1,39öd	0,04öd	1,44öd
ÇDYA	0,13öd	0,04öd	0,09öd	0,30öd	1,07öd	2,40öd	0,04öd

Ü: üretim yöntemi, S: starter kültür, D: depolama süresi, öd: önemli değil.

* p<0,05 düzeyinde önemlidir. ** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

DYA: Doymuş yağ asitleri toplamı, TDYA: Tekli doymamış yağ asitleri toplamı, ÇDYA: Çoklu doymamış yağ asitleri toplamı.

Samelis *et al.* (1993), starter kültür eklenmeden doğal fermentasyonla üretilen Yunan kuru fermente sosislerinde fermentasyon ve olgunlaştırma süresince lipolitik aktiviteleri bilinen

mikrokokların ortama hakim olduklarını bildirmişlerdir. Bu çalışmada üretim süresince 16 veya 18 karbon atomlu alifatik zincirli doymamış yağ asitlerinin enzimler tarafından doymuş yağ asitlerine göre daha kolay tercih edilip hidrolize edildiğini bildirmişlerdir. Buna karşın 16 karbon atomlu yağ asitleri izo formdaki 18 karbon atomlu doymamış yağ asitlerine göre hidrolizde tercih edilmektedir. Doymamış yağ asitlerinden palmitoleik asitin %4,7'den %3,5'e ve linoleik asidin %18,8'den %14,7'ye azaldığını, doymuş yağ asitlerinden palmitik asitin %20,1'den %21,5'e ve stearik asitin %6,5'den %9,5'e arttığını bildirmişlerdir.

Molly *et al.* (1996), starter kültür kullanımının lipoliz üzerine bir etkisinin olmadığını, bakteriyel metabolizmanın doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunda etkili olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca lipid peroksidleri ve karbonil bileşiklerinin oluşumunda mikrobiyel değişimin önemli rolü olduğunu belirtmişlerdir. Navarro *et al.* (1997), starter kültür kullanarak ürettikleri İspanyol kuru fermente sosislerinde fermentasyon sonrasında ve olgunlaşma süresince çoklu doymamış yağ asiti / doymuş yağ asiti oranında artış olduğunu bildirmişlerdir. Bu artışta en önemli faktörün kurutma sıcaklığı olduğu, diğer faktörlerin ise starter kullanımı ve ön olgunlaştırma işleminin yapılması olduğunu bildirmişlerdir. Hierro *et al.* (1997), kuru fermente sosislerde endojen kas enzimlerinin yağ asitleri dağılımında %60 oranında etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Yine lipoliz sadece endojen enzimlerle gerçekleştiğinde C18:2 ve C18:1 yağ asitleri miktarlarının mikrobiyel enzimlerle gerçekleştirilen lipolize göre daha fazla arttığını bildirmişlerdir. Galgano *et al.* (2003), geleneksel olarak üretilen fermente sosislerde starter kültür eklenmesinin veya yapıda bulunan mikroorganizmaların yağ asitleri dağılımına önemli bir etkisinin olmadığını, lipolitik değişimin daha çok etin yapısında bulunan doğal lipazların aktivitesine bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Yine oleik ve linoleik asit miktarının ortamda yüksek konsantrasyonda bulunduğunu, kısa zincirli yağ asiti miktarının ise az olduğunu bildirmişlerdir.

Casaburi *et al.* (2007), oleik ve linoleik asit miktarında starter kültür kullanımına bağlı olmaksızın belirgin bir azalış olduğunu bildirmişlerdir. Tekli doymamışlık gösteren yağ asitlerinin fermentasyon ve kurutma süresince tercih edilmelerinden dolayı ortama fazlaca salındıkları belirtilmiştir. Yağ asitlerinin teker teker toplam yağ asitlerine oranları üretim süresince tekli doymamışlık gösteren yağ asitlerinde artış, çoklu doymamış yağ asitlerinde azalış olduğunu göstermiştir. Yine doymuş yağ asitlerinde az da olsa bir azalma görülmüştür.

Starter kültür kullanılması ile serbest yağ asitleri miktarının kontrol grubuna göre daha fazla olduğu bildirilmiştir. Ayrıca starter eklenen gruplarda oleik, linoleik ve palmitik asit miktarları kontrol grubuna göre daha fazla tespit edilmiştir.

Ercoşkun (2006), farklı fermentasyon sürelerine maruz bırakarak, ısıl işlem uyguladığı sucuklarda, ısıl işlem uygulamasının doymuş yağ asitlerinin miktarında artışa, doymamış yağ asitlerinin miktarında ise azalmaya neden olduğunu bildirmiştir.

4.11. Toplam Karbonil Miktarı

Geleneksel ve ısıl işlem uygulanmış sucuk gruplarında üretim aşamalarında belirlenen ortalama toplam karbonil miktarları nmol/mg protein olarak Çizelge 4.32. ve Çizelge 4.33.'de verilmiştir. Ayrıca sucukların depolanması süresince toplam karbonil miktarlarında görülen değişimler de Çizelge 4.34.'de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen karbonil miktarı (nmol/mg protein)

Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)				
	0	2	4	7	9 (Ürün)
Kontrol	2,97±0,21Da	3,15±0,13Da	4,15±0,09Ca	5,54±0,30Ba	6,12±0,28Aa
Starterli	2,89±0,45Da	3,08±0,27Da	3,98±0,52Ca	5,20±0,31Bb	5,97±0,03Aa

A, B, C, D: İlgili satırda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,01).

a,b : İlgili sütunda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

Çizelge 4.33. Isıl işlem uygulanan sucuklarda üretim süresince belirlenen toplam karbonil miktarı (nmol/mg protein)

Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)			
	0	2	4 (Isıl işlem öncesi)	5 (Ürün)
Kontrol	2,91±0,32Da	3,84±0,18Ca	4,88±0,15Ba	5,95±0,38Aa
Starterli	2,85±0,24Ca	3,17±0,33Cb	4,22±0,48Ba	5,14±0,42Ab

A, B, C, D: İlgili satırda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,01).

a,b : İlgili sütunda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

Çizelge 4.34. Sucuklarda depolama süresince belirlenen toplam karbonil miktarı (nmol/mg protein)

Üretim yöntemi Sucuk grubu	Depolama süresi (gün)			
	0 (Ürün)	30	60	90
Geleneksel ^X				
Kontrol	6,12±0,28Ba	7,41±0,63Aa	2,61±0,13Ca	2,31±0,09Ca
Starterli	5,97±0,03Ba	6,98±0,27Ab	2,24±0,37Ca	2,14±0,10Ca
Isıl işlem ^Y				
Kontrol	5,95±0,38Aa	6,35±0,13Aa	1,91±0,21Ba	1,81±0,02Ba
Starterli	5,14±0,42Bb	6,22±0,32Aa	2,20±0,06Ca	1,96±0,03Ca

^{X,Y}:İlgili sütunda aynı harfi taşıyan üretim yöntemleri arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).

A, B, C: İlgili satırda aynı üretim yöntemi içinde, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

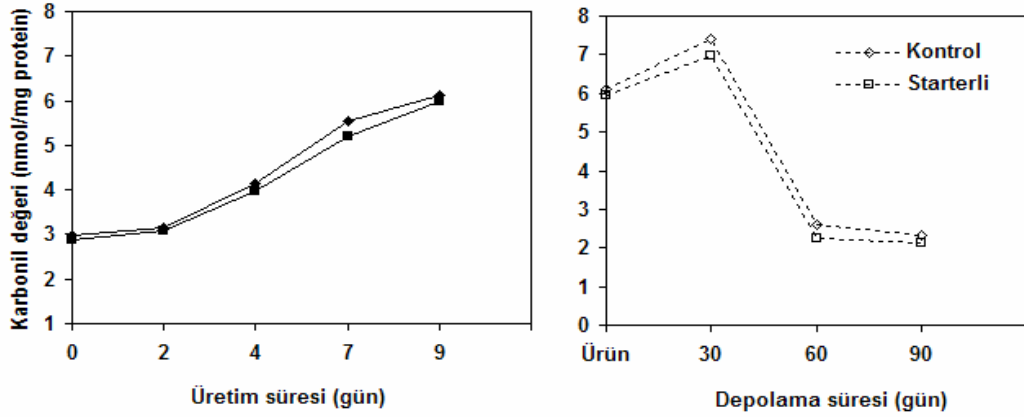
a,b: İlgili sütunda aynı üretim yöntemi içinde, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

Geleneksel üretim süresince kontrol ve starter sucuk gruplarında toplam karbonil miktarında artış görülmüştür. Sucuk hamurunda kontrol grubunda 2,97 olan toplam karbonil miktarı üretim sonunda 6,12'ye, starter içeren sucuk hamurunda 2,89 olan toplam karbonil içeriği üretim sonunda 5,97 düzeyine ulaşmıştır. Sucuk gruplarının karbonil içeriğinde görülen bu artışta starter kullanımı x üretim süresi etkileşiminin istatistiksel olarak önemli olduğu (p<0,05) belirlenmiştir (Çizelge 4.32.).

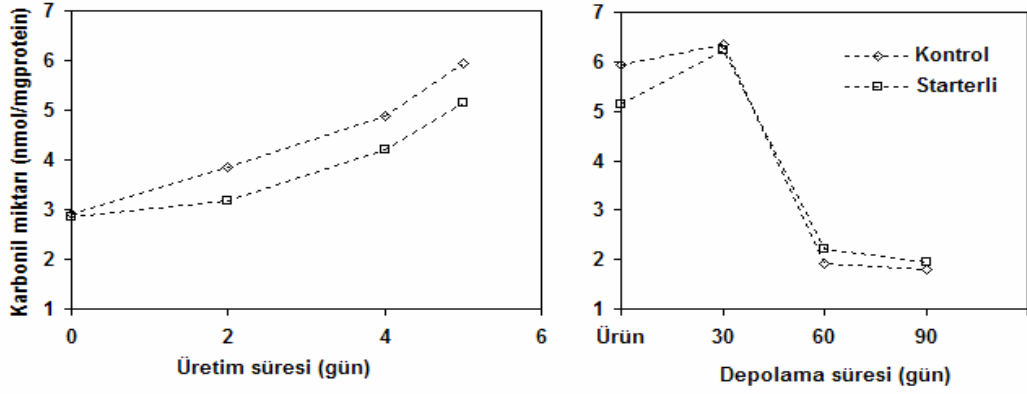
Isıl işlem uygulanan sucuklarda fermentasyon süresince ve ısıl işlem uygulaması sonrası protein karbonil içeriğinde artışlar görülmüştür. Isıl işlem öncesi (4. gün) kontrol grubunda 4,88 olan toplam karbonil miktarı ısıl işlem uygulaması ile 5,95'e, starter grubunda ise 4,22 olan toplam karbonil miktarı 5,14'e artmıştır. Isıl işlem uygulanan sucuk gruplarının toplam karbonil içeriğinde görülen artışa starter kullanımı x üretim süresi etkileşiminin etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir (p<0,01) (Çizelge 4.33.).

Toplam karbonil miktarındaki değişimler, her iki üretim yönteminde depolama süresince 30. güne kadar artmış 60. ve 90. günlerde azalma göstermişlerdir (Çizelge 4.34.). Bu azalmalar, proteinlerin oksidasyon reaksiyonları sonrasında parçalanması ve daha küçük yapılar oluşturması ile açıklanabilir. Karbonil miktarında meydana gelen değişimler üretim yöntemi x starter kullanımı x depolama süresi etkileşiminden etkilenmiştir (p<0,01). Toplam karbonil miktarı üretim ve depolama süresince geleneksel olarak üretilen sucuk gruplarında, ısıl işlem uygulanan sucuk gruplarına göre daha fazla bulunmuştur (Şekil 4.11.).

GELENEKSEL ÜRETİM



ISIL İŞLEM UYGULANMIŞ ÜRETİM



Şekil 4.11. Üretim ve depolama süresince sucukların toplam karbonil miktarlarında görülen değişimler

Proteinlerde toplam karbonil miktarının belirlenmesi protein oksidasyonunun göstergesi olarak kabul edilmektedir (Stadtman 1990, Decker *et al.* 1993, Martinaud *et al.* 1997, Mercier *et al.* 1998, Soyer and Hultin 2000). Proteinlerin serbest oksijen radikallerine maruz kalması proteinlerin yan zincirlerinde karbonil gruplarının oluşmasına neden olmaktadır (Stadtman 1990). Martinaud *et al.* (1997), sığır etinin olgunlaşması süresince, Mercier *et al.* (1998), hindi etinin 9 gün depolanması süresince protein oksidasyonunu toplam karbonil içeriği ile belirlemişlerdir. Toplam karbonil içeriğinin, proteinlerin oksijen radikalleri (OH[•]) tarafından maruz kalması sonucu artması nedeniyle hassas bir indikatör yöntem olarak kullanıldığını bildirmişlerdir.

Martinaud *et al.* (1997), sığır *Longissimus lumborum* (LL) ve *Diaphragma pedialis* (DP) kaslarından olgunlaştırma işleminin 1. ve 10. gününde alınan örneklerde miyofibriler proteinlerde meydana gelen oksidasyonu nmol/mg protein olarak belirlemişlerdir. Olgunlaştırmanın birinci gününde miyofibriler proteinlerde LL kasında toplam karbonil miktarını 3,1 ve DP kasında 4,8 bulmuşlardır. On gün sonunda bu değerlerin LL kasında %70'lik artışla 5,1'e, DP kasında %44'lük artışla 6,9'a ulaştığını bildirmişlerdir. Yine bu çalışmada, miyofibriler proteinlerde, sığır etinin on gün olgunlaştırılması sonrası veya miyofibriler proteinlerin metal iyonu katalizli oksidasyon sisteminde 1 saat oksidasyona maruz bırakılması sonrasında oluşan karbonil miktarının aynı düzeyde olduğu bildirilmiştir. Martinaud ve arkadaşları (1992), protein oksidasyonu ile ilgili bir başka çalışmada, oksidasyonunun myofibriler proteinleri etkilediğini ve Z çizgisinin etrafındaki amorf protein yapısının görüntüsünün değiştiğini bildirmişlerdir (Quali *et al.* 1992). Stadtman (1990) ise, okside olan proteinlerin proteolize karşı daha hassas olduklarını ve bu yüzden et gevrekliğinin proteinlerde meydana gelen oksidasyondan etkilendiğini bildirmiştir.

Mercier *et al.* (2001), hindilerin beslenmesinde kullanılan yemlerde E vitamini ve farklı yağ kaynaklarının kullanımının hindi etinde lipid ve protein oksidasyonuna etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla hindi etinden elde ettikleri mikrozomal yapıları 37°C'de Fe⁺³ ve askorbat içeren oksidatif sistemde 5 saat okside etmişlerdir. Bu süre sonunda ortamda antioksidant olmasına rağmen toplam karbonil miktarının artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmada, yemlerde E vitaminin ve farklı yağ kaynaklarının kullanımının toplam karbonil miktarında etkili olduğu bildirilmiştir. Yine hindi eti proteinlerinde meydana gelen oksidasyona, yemde farklı yağ kaynakları ile birlikte E vitamini kullanılmasının toplam karbonil miktarı üzerine etkili olduğu Mercier *et al.* (1998)'ın yaptığı çalışmada da belirtilmiştir.

Protein oksidasyonu lipid oksidasyonu ile birlikte gerçekleştiğinde protein kompleksleri ve enzimatik olmayan esmerleşme ürünleri oluşurken, enzim aktivitesinde ve çözünürlükte düşme olduğu bildirilmektedir (Kanner and Karel 1976).

4.12. Toplam Sülfidril Miktarı

Geleneksel yöntemle ve ısıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda belirlenen toplam sülfidril miktarı ortalamaları nmol –SH/mg protein olarak Çizelge 4.35. ve Çizelge 4.36.’da verilmiştir. Ayrıca sucukların depolanması süresince belirlenen toplam sülfidril miktarları da Çizelge 4.37.’de verilmiştir.

Çizelge 4.35. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen toplam sülfidril miktarı (nmol -SH/mg protein)

Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)				
	0	2	4	7	9 (Ürün)
Kontrol	71,95±2,62	70,25±2,24	67,41±2,99	69,66±1,03	70,75±2,54
Starterli	66,76±1,68	63,65±2,37	62,36±3,86	64,38±2,40	65,10±1,78
Ortalama	69,36±1,81A	66,95±1,49A	64,89±2,28B	67,02±1,20A	67,93±1,51A

A, B : İlgili satırda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,01).

Çizelge 4.36. Isıl işlem uygulanan sucuklarda üretim süresince belirlenen toplam sülfidril miktarı (nmol –SH/mg protein)

Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)			
	0	2	4 (Isıl işlem öncesi)	5 (Ürün)
Kontrol	73,01±1,32	70,18±2,38	68,13±2,54	58,94±2,85
Starterli	67,92±1,17	64,17±2,09	62,05±2,23	54,58±2,98
Ortalama	70,47±1,81A	67,18±1,49AB	65,09±2,28B	56,76±1,87C

A, B, C : İlgili satırda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,01).

Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda toplam sülfidril miktarı hamurda kontrol grubu için 71,95 ve starter grubu için 66,76 bulunmuştur. Üretim süresince sülfidril miktarında 4. güne kadar bir azalma, 7. ve 9. günlerde artış gözlenmiştir (Şekil 4.12.). Sülfidril miktarında görülen bu değişime sadece üretim süresinin etkili olduğu görülmüştür (p<0,01) (Çizelge 4.35.).

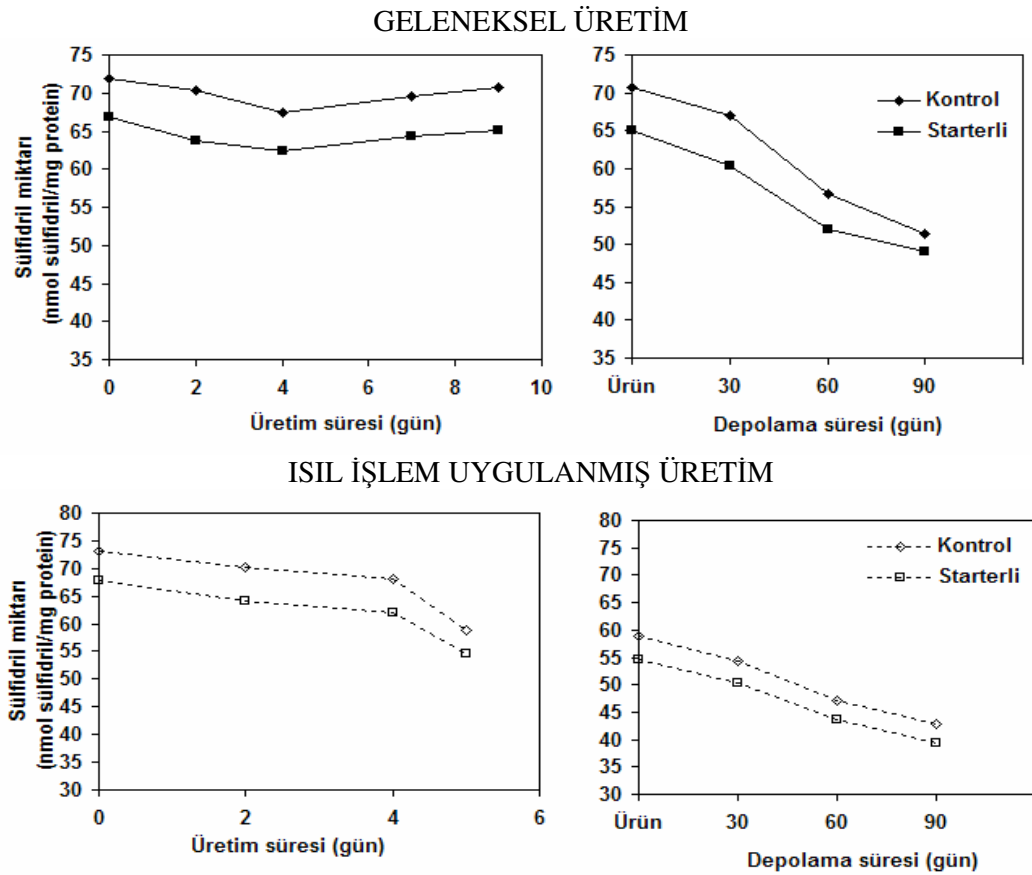
Isıl işlem uygulanan sucuklarda fermentasyon süresince ve ısıl işlem sonrasında sülfidril miktarı azalma göstermiştir (Çizelge 4.36.). Bu azalmaya starter kullanımının etkili olmadığı (p>0,05), üretim süresinin ise etkili olduğu (p<0,01) görülmüştür. Isıl işlem uygulaması

Çizelge 4.37. Sucuklarda depolama süresince belirlenen toplam sülfidril miktarı (nmol -SH/mg protein)

Üretim yöntemi Sucuk grubu	Depolama süresi (gün)			
	0 (Ürün)	30	60	90
Geleneksel^X				
Kontrol	70,75±2,54	66,99±2,26	56,58±1,39	51,44±1,57
Starterli	65,10±1,78	60,33±1,79	51,97±0,70	49,12±0,51
Ortalama	67,93±1,12A	63,66±1,06A	54,28±1,15B	50,28±1,06B
Isıl işlem^Y				
Kontrol	58,94±2,85	54,33±2,88	47,17±0,42	42,81±0,33
Starterli	54,58±2,98	50,22± 2,65	43,59±0,96	39,39±0,73
Ortalama	56,76±2,41A	52,28±2,14B	45,38±0,45C	41,10±0,65D

^{X,Y}:İlgili sütunda aynı harfi taşıyan üretim yöntemleri arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).

A, B, C, D: İlgili satırda aynı üretim yöntemi içinde, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).



Şekil 4.12. Üretim ve depolama süresince sucukların toplam sülfidril miktarlarındaki değişimler

sonrası son ürünlerde elde edilen toplam sülfidril miktarları geleneksel üretime göre daha az bulunmuştur.

Depolama süresince, geleneksel yöntemle üretilen sucuklar ısıl işlem görmüş olan sucuklardan daha yüksek sülfidril miktarına sahip olmuşlardır. Depolanan sucuklarda –SH miktarında görülen azalmada üretim yöntemi ve depolama süresinin etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$) (Çizelge 4.37.) .

Proteinlerde meydana gelen oksidasyon düzeyini göstermek amacıyla toplam karbonil miktarı yanında ayrıca sülfidril grupları (-SH) miktarına da bakılmaktadır (Martinaud *et al.* 1997, Mercier *et al.* 1998, 2001).

Proteinlerde meydana gelen oksidasyon, sülfidril gruplarının azalmasına (Martinaud *et al.* 1997), enzimatik aktivitenin kaybedilmesine (Stadtman 1990) ve protein çözünürlüğünde azalmaya (Decker *et al.* 1993) neden olmaktadır. Proteinlerin serbest radikaller tarafından oksidasyona maruz bırakılması süresince, sülfidril grupları (-SH) disüfitlere (S-S) ve diğer okside ürünlere dönüşmekte ve miktarında azalma görülmektedir (Dean *et al.* 1997).

Martinaud *et al.* (1997), sığır *Longissimus lumborum* (LL) ve *Diaphragma pedialis* (DP) kaslarını on gün süreyle olgunlaştırmışlardır. Bu süreçte, LL ve DP miyofibriler proteinlerinin –SH miktarında azalma olduğunu bildirmişlerdir. LL kasından elde edilen miyofibriler proteinlerde –SH miktarında %10'luk azalma ile 66,2'den 59,6'ya, DP kasından elde edilen miyofibriler proteinlerde ise %17'lik azalma ile 71,9'dan 60,2'ye düşme olduğunu bildirmişlerdir.

Proteinlerin –SH grupları, serbest radikallerle disüfit köprüleri oluşturup onları alkoymaları ile antioksidantlara benzemektedirler (Mercier *et al.* 2001). Mercier *et al.* (2001), hindi beslemede yüksek çoklu doymamış yağ asitlerince zengin olan soya yağının kullanılması ile hindi etinde –SH miktarının arttığını ve ette oksidasyona karşı kendini koruma mekanizmasını oluşturduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada hindi mikrozomal proteinlerinde –SH miktarı, soya ile beslenen grupta 75-90'dan 37°C'de Fe^{+3} ve askorbat içeren oksidatif sistemde

5 saat oksidasyon sonrasında 50-55'e azalmıştır.

4.13. Protein Olmayan Azot (NPN) Miktarı

Geleneksel ve ısıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda belirlenen % protein olmayan azot (NPN) miktarları Çizelge 4.38. ve Çizelge 4.39.'da verilmiştir.

Çizelge 4.38. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen % NPN miktarı

Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)					Ortalama
	0	2	4	7	9 (Ürün)	
Kontrol	8,14±0,25	9,24±0,14	8,99±0,24	9,12±0,21	9,29±0,19	8,96±0,15b
Starterli	7,54±0,06	9,61±0,34	9,81±0,48	10,43±0,08	10,93±0,20	9,66±0,11a
Ortalama	7,84±0,18C	9,43±0,19A	9,40±0,24B	9,78±0,14A	10,11±0,13A	

A,B,C : İlgili satırda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,01).

a,b : İlgili sütunda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

Çizelge 4.39. Isıl işlem uygulanan sucuklarda üretim süresince belirlenen % NPN miktarı

Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)			
	0	2	4 (Isıl işlem öncesi)	5 (Ürün)
Kontrol	8,84±0,12	9,38±0,18	9,38±0,35	8,92±0,27
Starterli	8,12±0,31	9,78±0,58	10,12±0,58	9,17±0,23
Ortalama	8,48±0,18B	9,58±0,19A	9,75±0,24A	9,05±0,24AB

A,B : İlgili satırda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,01).

NPN miktarı geleneksel olarak üretilen sucuklarda, sucuk hamurunda (0. gün) kontrol grubunda %8,14 ve starter grubunda %7,54 olarak belirlenmiştir. Fermentasyon ve kuruma süresince her iki grubun NPN miktarları artış göstermiştir. Son üründe NPN miktarı kontrol grubunda %9,29 ve starter grubunda %10,93 bulunmuştur. Starter kullanılan grupta proteolitik aktiviteye bağlı olarak, üretim süresince NPN miktarının kontrol grubuna göre daha fazla oluştuğu belirlenmiştir (p<0,05). Sucuk gruplarında NPN miktarında görülen bu artışa üretim süresi (p<0,01) ve starter kullanımı etkili olmuştur (p<0,05) (Çizelge 4.38.).

Isıl işlem uygulanan sucuklarda, kontrol örneklerinde 0. günde %8,84 olan NPN miktarı, fermentasyon sonunda %9,38'e artmış, ısıl işlem sonrasında %8,92'ye azalmış, starterli örneklerde sırasıyla %8,12'den %10,12'ye artmış ve ısıl işlem sonrasında %9,17'ye azalmıştır. Bu üretim yönteminde NPN miktarında sadece üretim süresinin ($p<0,01$) etkili olduğu görülmüştür (Çizelge 4.39.).

Depolama süresince NPN miktarı geleneksel olarak üretilen sucuklarda starter kültür x depolama süresi etkileşimine bağlı olarak artış göstermiştir. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda NPN miktarında görülen değişime sadece depolama süresi etkili olmuştur. Ayrıca depolamada üretim yöntemleri, NPN miktarında görülen değişimde etkili olmuştur (Çizelge 4.40.) (Şekil 4.13.).

Çizelge 4.40. Sucuklarda depolama süresince belirlenen % NPN miktarı

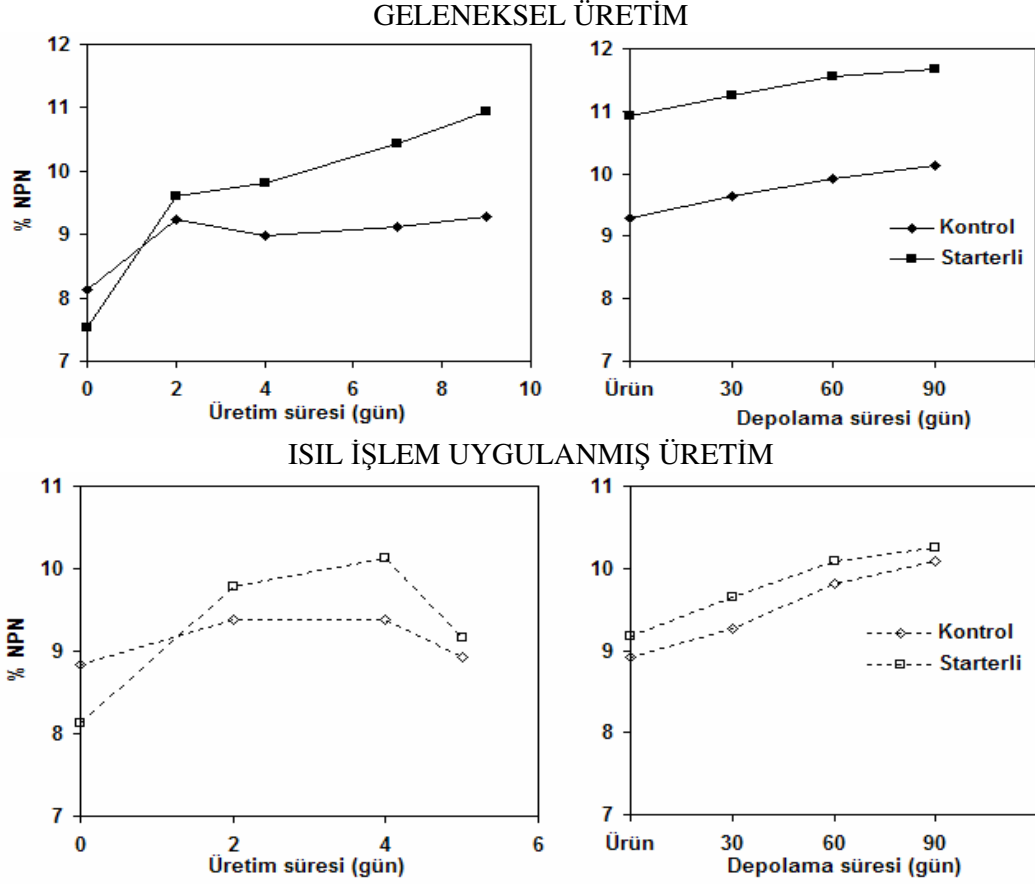
Üretim yöntemi Sucuk grubu	Depolama süresi (gün)			
	0 (Ürün)	30	60	90
Geleneksel ^X				
Kontrol	9,29±0,19Cb	9,63±0,37Bb	9,92±0,16ABb	10,13±0,07Ab
Starterli	10,93±0,20Ca	11,26±0,26BCa	11,55±0,20ABa	11,67±0,26Aa
Isıl işlem ^Y				
Kontrol	8,92±0,27	9,27±0,43	9,81±0,31	10,08±0,24
Starterli	9,17±0,23	9,65±0,40	10,08±0,42	10,26±1,17
Ortalama	9,05±0,21C	9,46±0,35B	9,95±0,34A	10,17±0,52A

^{X, Y}:İlgili sütunda aynı harfi taşıyan üretim yöntemleri arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A, B, C: İlgili satırda aynı üretim yöntemi içinde, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($p>0,05$).

a,b: İlgili sütunda aynı üretim yöntemi içinde aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($p>0,05$).

Et ürünlerindeki proteinler, etten gelen endojen enzimler ve mikrobiyel enzimlerle parçalanarak NPN oluşturmaktadırlar. Johansson *et al.* (1994), starter kültür kullanarak yaptıkları çalışmada üretim ve depolama süresince NPN değerinin %10,2'den %15,32'ye arttığını belirlemişlerdir. Üretim süresince artışın daha hızlı olduğunu, depolama süresince ise bu artışta azalma olduğunu bildirmişlerdir. Hughes *et al.* (2002), 24°C'de fermente ettikleri sosislerde kontrol ve starter kültür gruplarında fermentasyonun ilk üç gününde NPN miktarının arttığını, en yüksek değerlerin starter grubunda %9,3, kontrol grubunda %8,8'e ulaştığını belirlemişlerdir. Bununla birlikte elde edilen sonuçlar arasında görülen farklılığın



Şekil 4.13. Üretim ve depolama süresince sucukların NPN miktarlarındaki değişimler

istatistiksel olarak önemli olmadığını bildirmişlerdir. Demasi *et al.* (1990), fermente sosislerde starter kültür eklenmesi ile kontrol grubuna göre %1,5-2,0 daha fazla NPN oluştuğunu bildirmişlerdir. Buna karşın Garcia de Fernando and Fox (1991), domuz fermente sosislerinde başlangıçta %8 seviyelerinde olan NPN miktarının üretim süresince %15 seviyelerine kadar artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Zanardi *et al.* (2004) Akdeniz tipi ve kuzey Avrupa tipi fermente sosis üretmişlerdir. Bu çalışmada, her iki üretim tipinde proteolizi izlemek amacı ile NPN miktarlarına bakılmış ve farklı tipte fermente sosis üretiminin NPN miktarına ve proteolize önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, Akdeniz tipi fermente sosislerde NPN miktarını %14,2-13,3 kuzey Avrupa tipi fermente sosislerde ise %13,0-13,5 olarak belirlemişlerdir.

Birçok çalışmada fermente sosislerin olgunlaştırılmaları süresince meydana gelen proteoliz,

NPN konsantrasyonundaki artış ile belirlenmektedir. Lois *et al.* (1987), chorizoda yaptıkları çalışmada ortama şeker eklenmesi durumunda asitliğin daha fazla geliştiğini ve miyofibriler proteinlerde hidrolizin daha fazla olduğunu, dolayısıyla NPN miktarının fazla olduğunu bildirmişlerdir. NPN miktarı şeker kullanılan grupta üretim süresince 1,65 kat artış göstermişken şeker kullanılmayan grupta 1,24 kat artış göstermiştir. Sanz *et al.* (1997a), ön olgunlaştırma ve starter kültür kullanarak ürettikleri fermente sosislerde başlangıç NPN değerini %10,91-11,21, üretimin sonunda %14,52-16,51 bulmuşlardır. Bu çalışmada NPN miktarında görülen artışın daha çok kurutma aşamasında olduğu, diğer çalışmalarda ise üretimin başlangıcında olduğu bildirilmiştir. Yine starter kültür eklenen ve ön olgunlaştırma uygulanan fermente sosislerde NPN miktarının starter kültür kullanılmayan ve ön olgunlaştırma uygulanmayan gruba göre daha fazla oluştuğunu bildirmişlerdir. Salgado *et al.* (2005), İspanya'da geleneksel bir sosis olan chorizoyu küçük ölçekte ve endüstriyel ölçekte üretmişler, hamurda NPN miktarını sırasıyla %8,30 ve %6,25 olarak bulmuşlardır. NPN miktarı 42 günlük üretim süresince artış göstererek son ürünlerde yine sırasıyla %22,1 ve %21,1'e ulaşmıştır. Yine bu çalışmada pH değerinde görülen düşmeye bağlı olarak NPN miktarında artış olduğu bildirilmiştir. Molly *et al.* (1997), fermente sosislerde başlangıçta protein parçalanmasının katapsin D enzimi ve benzer enzimlerle gerçekleştirildiğini, sonraki aşamalarda daha fazla parçalanmalarda bakteriyel enzimlerin daha önemli rol oynadıklarını bildirmişlerdir. Yine üretim süresince pH değerindeki düşme ile endojen proteolitik aktivitenin arttığını da belirtmişlerdir.

Klement *et al.* (1973), ısı işlem uygulayarak ürettikleri fermente sosislerde, hızlı asit gelişiminin olması ve yüksek sıcaklık uygulamalarının protein yapısını değiştirmesine bağlı olarak NPN miktarının değiştiğini bildirmişlerdir. Yüksek sıcaklık ortamdaki asitliğin fazla olması, NPN miktarının artışına sebep olabilmektedir. Yüksek sıcaklık uygulamasının (60°C) NPN miktarında önemli artışa sebep olduğu, bu artışa ortamda bulunan enzimlerin aktivitesinin ve protein çözünürlüğünün etkilenmesinin neden olduğunu belirtmişlerdir. Demasi *et al.* (1990), *P. pentasaceous* inoküle edilerek, 38°C'de fermentasyona maruz bırakılan ve 60°C'de ısı işlem uygulanan sosislerde NPN konsantrasyonunda artış saptamışlardır. Fermente edilmeyen ve sadece ısı işlem uygulanan sosislerde ise NPN miktarında bir artış gözlenmezken, ısı işlem dolayısıyla bazı amino asitlerin konsantrasyonlarında artış gözlenmişlerdir. Yine aynı çalışmada farklı starter kültür

kullanımının NPN oluşumunda etkili olduğu, *P. pentosaceus*'un *P. acidilactici*'ye göre, *M. varians*' in yine *P. acidilactici*'ye göre daha yüksek konsantrasyonda NPN oluşumuna neden oldukları belirlenmiştir. NPN miktarı 100 g kuru maddede başlangıçta 602 mg, fermentasyon sonrası 663 mg, ısıtma sonrası 870 mg, kurutma ile 918 mg değerine artış göstermiştir. Wardlaw *et al.* (1973), ısıtma uygulaması ile başlangıçta gram örnekte 2,98 mg olan NPN nin fermentasyon ile 4,45'e, 63°C sıcaklık uygulaması ile 5,16'ya, 71°C sıcaklık uygulaması ile ise 4,51'e artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

4.14. Toplam Protein Çözünürlüğü

Geleneksel yöntemle ve ısıtma uygulanan sucuklarda üretim aşamalarında toplam protein çözünürlüğünde meydana gelen değişimler Çizelge 4.41. ve Çizelge 4.42.'de verilmiştir.

Çizelge 4.41. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen toplam protein çözünürlüğü (%)

Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)				
	0	2	4	7	9 (Ürün)
Kontrol	38,09±1,47Aa	27,40±1,14Ba	24,19±0,120BCa	21,36±0,13Ca	19,13±1,03Ca
Starterli	35,95±1,04Aa	26,04±1,52Ba	20,81±0,24Cb	17,96±0,76Cb	14,46±0,13CDb

A,B,C,D : İlgili satırda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,01).

a,b : İlgili sütunda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

Çizelge 4.42. Isıtma uygulanan sucuklarda üretim süresince belirlenen toplam protein çözünürlüğü (%)

Sucuk grubu	Üretim süresi (gün)			
	0	2	4 (Isıtma işlem öncesi)	5 (Ürün)
Kontrol	39,12±0,24Aa	28,01±0,55Ba	24,12±0,17Ca	14,20±0,27Da
Starterli	36,18±0,38Ab	27,31±0,22Ba	21,02±0,85Cb	14,40±0,79Da

A,B,C,D : İlgili satırda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,01).

a,b : İlgili sütunda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

Geleneksel yöntemle üretilen kontrol ve starterli sucuklarda fermentasyon ve kurutma boyunca toplam protein çözünürlüğünde azalma görülmüştür. Sucuk hamurunda kontrol

grubunda toplam protein çözünürlüğü %38,09, starter grubunda %35,95 olarak belirlenmişken üretim sonunda toplam protein çözünürlüğü kontrol grubunda %19,13, starter grubunda ise %14,46 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.41.).

Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda ısıl işlem öncesi toplam protein çözünürlüğü kontrol grubunda %24,12 olup, ısıl işlem uygulaması ile %14,20'ye düşmüştür. Starter grubunda ise toplam protein çözünürlüğü ısıl işlem öncesi %21,02'den ısıl işlem sonrasında % 14,40'a azalmıştır (Çizelge 4.42.). Her iki üretim yönteminde toplam protein çözünürlüğünde görülen azalmaya üretim süresi x starter kullanımı etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$) (Çizelge 4.41. ve 4.42.).

Üretim süresince geleneksel ve ısıl işlem uygulanmış sucuklarda toplam protein çözünürlüğünde görülen azalma depolama süresince de görülmüş ve bu azalmada üretim yöntemi, depolama süresi ve starter kültür kullanımının etkileri istatistiksel olarak önemli olmuştur ($p<0,01$) (Çizelge 4.43., Şekil 4.14.).

Çizelge 4.43. Sucuklarda depolama süresince belirlenen toplam protein çözünürlüğü (%)

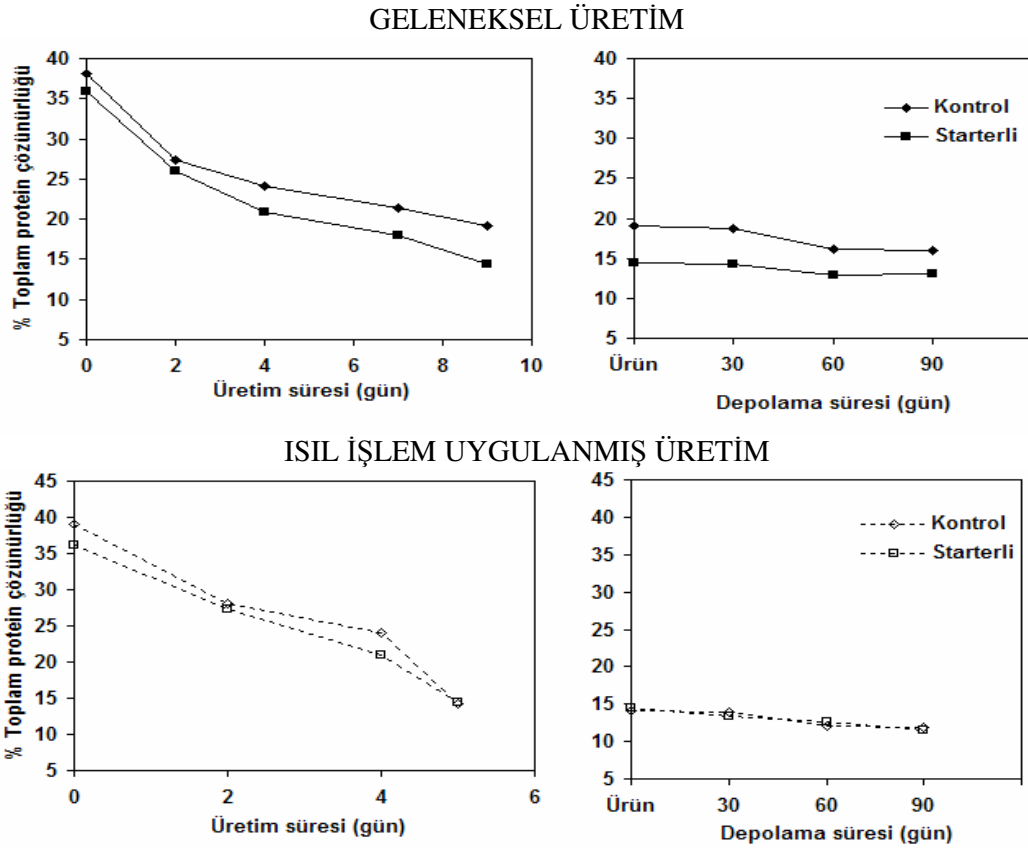
Üretim yöntemi Sucuk grubu	Depolama süresi (gün)			
	0 (Ürün)	30	60	90
Geleneksel ^X				
Kontrol	19,13±1,03Aa	18,77±0,46Aa	16,13±0,74Ba	15,98±0,80Ba
Starterli	14,46±0,13Ab	14,21±0,82Ab	12,93±0,80ABb	13,07±0,99Ab
Isıl işlem ^Y				
Kontrol	14,20±0,27Aa	13,84±0,86Aa	12,16±0,16Ba	11,85±0,92Ba
Starterli	14,40±0,79Aa	13,35±0,89Bb	12,56±1,03Ca	11,47±0,63Da

^{X, Y}:İlgili sütunda aynı harfi taşıyan üretim yöntemleri arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0,05$).

A, B, C, D: İlgili satırda aynı üretim yöntemi içinde, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($p>0,05$).

a,b: Aynı üretim yöntemi içinde ilgili sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($p>0,05$).

Mihalyi and Körmendy (1967), Macar fermente sosislerinde olgunlaştırma süresince başlıca protein fraksiyonları olan sarkoplazmik ve miyofibriler proteinlerin çözünürlüğünün azalma gösterdiğini, bu azalmanın kabuk kısmına yakın bölgede daha yoğun gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Klement *et al.* (1973), ısıl işlem uygulayarak ürettikleri fermente sosislerde proteinlerin çözünürlüklerinin pH değerinde meydana gelen değişmeye bağlı olduğunu



Şekil 4.14. Üretim ve depolama süresince sucuklarda toplam protein çözünürlüğündeki değişimler

bildirmişlerdir. Fermente sosislerde pH değerinin düşmesi ile birlikte proteinlerin çözünürlüğünde azalma olduğunu; çözünürlüğün miyofibriler proteinlerde pH değerinin 7,4'den 4,6'ya düşmesi ile %60 oranında, sarkoplazmik proteinlerde ise %40 oranında azaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, miyofibriler proteinlerin pH 5,4'ün altındaki değerlerde hidrolize olduğunu ve proteolitik enzim üreten bakteriler için rahatlıkla kullanılabilir hale geldiklerini bildirmişlerdir. Çalışmada, sarkoplazmik proteinlerin çözünürlüğünde görülen azalmanın yapıda bulunan miyofibriler proteinlerin çözünürlüğünü de etkilediği belirtilmiştir. Diğer yandan, ısı işlem uygulamasının proteinlerde denaturasyona sebep olduğu ve bunun sonucunda çözünürlükte azalma olduğu da ifade edilmiştir.

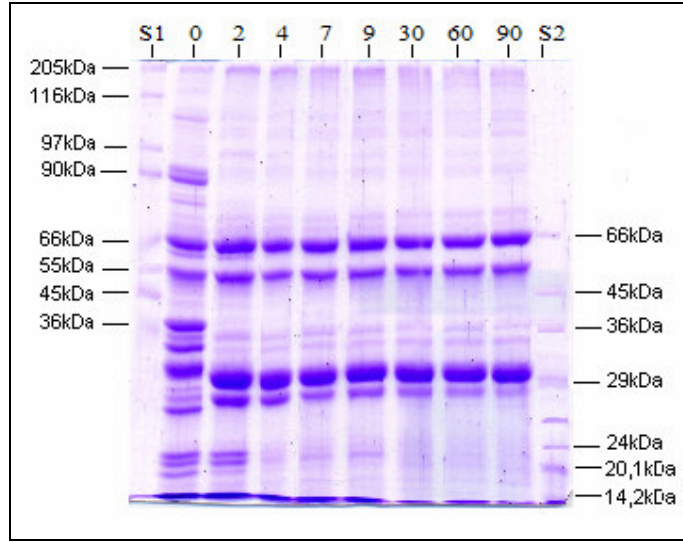
4.15. Sarkoplazmik Proteinlerde Meydana Gelen Değişmeler: Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Jel Elektrofrezisi (SDS-PAGE)

Sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektrofrezisi (SDS-PAGE) tekniği ile geleneksel olarak üretilen sucuklarda, sarkoplazmik proteinlerde üretim ve depolama süresince meydana gelen değişmeler belirlenmiştir. Geleneksel yöntemle üretilen sucukların sarkoplazmik proteinlerinin SDS-PAGE sonuçları Şekil 4.15.'de, ısıtma işlemi uygulanarak üretilen sucukların sarkoplazmik proteinlerinin SDS-PAGE sonuçları ise Şekil 4.16.'da verilmiştir.

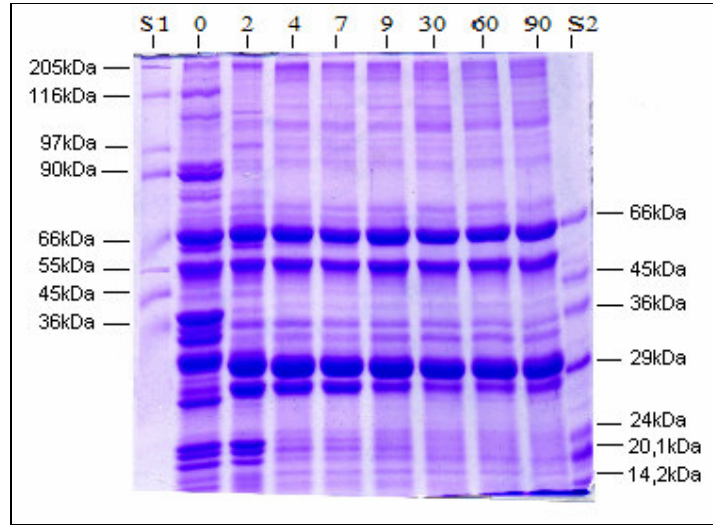
Geleneksel olarak üretilen sucuklarda sarkoplazmik proteinlerde meydana gelen değişmeler:

Geleneksel olarak üretilen sucuklarda sucuk hamurunda (0. gün) görülen 118, 92, 90, 85, 38, 28 kDa molekül ağırlığındaki protein bantları kontrol ve starter içeren sucuk örneklerinde fermentasyon sırasında parçalanmış ve üretim süresince kaybolmuşlardır. Sucuk hamurunda 36-34 kDa molekül ağırlığındaki protein bantları koyu bir görüntü verirken, fermentasyon ile birlikte kontrol ve starter içeren sucuklarda bant yoğunluğu azalma göstermiş, fakat depolamanın sonuna kadar bu bantlar kalmıştır. Daha küçük molekül ağırlığına sahip sarkoplazmik proteinler (24, 22, 20,1 kDa) sucuk hamurlarında yoğun bant yapısı gösterirken fermentasyonla birlikte bant yoğunlukları azalmıştır. Depolama aşamasında kontrol grubunda bu protein bantları tamamen parçalanarak kaybolurken, starter içeren sucuklarda depolama süresince kalmışlardır (Şekil 4.15.).

Elde edilen elektroforetogramlarda, geleneksel olarak üretilen sucuklarda et sarkoplazmik proteinlerinde starter kültür kullanımının kontrol grubuna göre 24-20,1 kDa molekül ağırlığındaki protein bantlarında meydana gelen değişim bakımından farklılık gösterdiği görülmüştür. Diğer protein bantlarının üretim ve depolama süresince göstermiş oldukları değişmeler kontrol ve starter içeren sucuklarda benzer olmuştur. Bu açıdan sarkoplazmik proteinlerde, kontrol grubunda endojen proteazların ve kontamine mikroorganizmaların starter kültür grubuna benzer aktivite gösterdiği söylenebilir. Bu çalışmada sarkoplazmik proteinlerde görülen değişmeler, Demeyer *et al.* (1995), Hierro *et al.* (1999), Hughes *et al.* (2002), Molly *et al.* (1997), Toldrá *et al.* (1992), Candoğan (2000), Scannell *et al.* (2004),



(a)



(b)

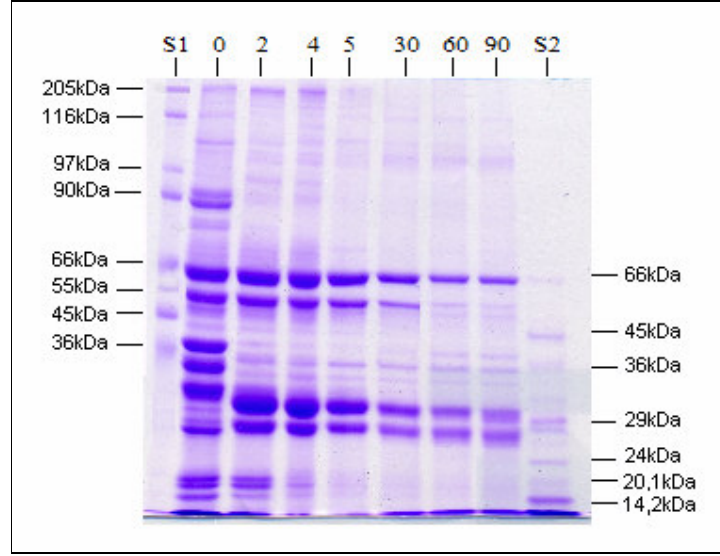
Şekil 4.15. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim ve depolama süresince belirlenen sarkoplazmik proteinlerin SDS-PAGE elektroforetogramları: (a) kontrol grubu, (b) starter (*P. pentosaceus* ve *S. xylosus*) grubu. Jele 3mg protein/mL örnek tamponundan 20µL (60µg protein) yüklenmiştir. S1, 205-36 kDa, S2, 66-14,2 kDa arası molekül ağırlığına sahip protein standartlarını göstermektedir. 0, 2, 4, 7 ve 9 (Ürün) üretim sürelerini, 30, 60 ve 90 depolama sürelerini göstermektedir.

Mauriello *et al.* (2002)'nin çalışmalarında belirtildiği gibi, kas proteazların etkilerinin olmasını göstermesi açısından bu çalışmalar ile uyum sağlamaktadır. Bu çalışmalarda, etken olan endojen kas proteazlarının kas proteinlerini hidrolize etmesinde ortam pH'sının etkisinin önemli faktörlerden biri olduğu bildirilmiştir. Yine üretim süresince çeşitli bantların kaybolmasında, proteoliz ve üretim koşulları (pH, a_w , ısı denaturasyonu ve tuz konsantrasyonu) nedeniyle proteinlerin çözünmez nitelik kazanması rol oynamaktadır (Wardlaw *et al.* 1973, Astiasaran *et al.* 1990, Toldrá *et al.* 1992,1993, Molly *et al.* 1997, Zanardi *et al.* 2004).

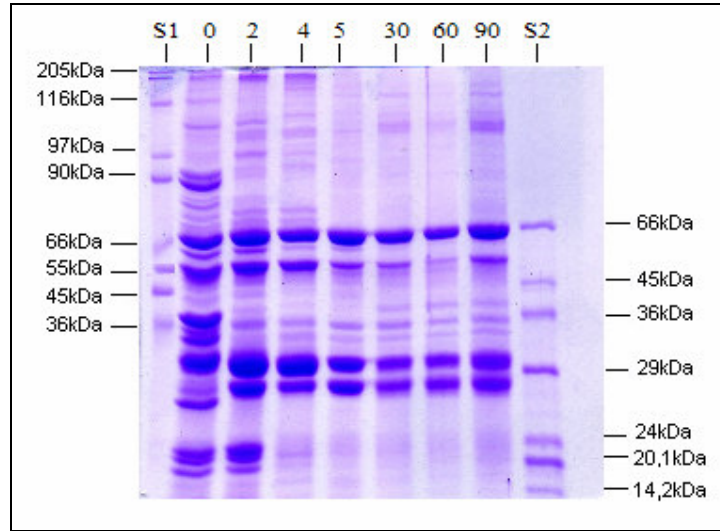
Kuru fermente sosislerin hızlandırılmış üretiminde çeşitli konsantrasyonlarda proteinaz (*L. paracasei*) kullanılmasının sarkoplazmik proteinlerin hidrolizinde etkili olduğu gösterilmiştir (Blom *et al.* 1996). Buna karşın, yapılan diğer çalışmalarda (Casaburi *et al.* 2007, Fadda *et al.* 1999a,b, Johansson *et al.* 1994, Santos *et al.* 2001) starter kültür kullanımının sarkoplazmik proteinlere önemli etkisinin olduğu belirtilmiştir. Ancak bu çalışmalarda genelde üretimde, starter kültür kullanılmayan kontrol gruplarında ortam pH değeri starter kültür kullanılan gruplara göre daha yüksek değerlerde kalmıştır.

Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda sarkoplazmik proteinlerde meydana gelen değişimler:

Kontrol ve starter içeren her iki sucuk hamurunda (0. gün) görülen 118, 92, 90, 85, 38, 28 kDa molekül ağırlığındaki protein bantları, fermentasyonla birlikte parçalanmış ve üretimin ikinci gününde kaybolmuşlardır. Molekül ağırlığı 36 ve 34 kDa olan suda çözünür protein bantları, sucuk hamurunda yoğun görülürken, fermentasyonla birlikte üretimin ikinci gününden itibaren bant yoğunluklarında azalma olmuştur. Bu bantlar kontrol ve starter içeren sucuklarda aynı değişimi göstermiş olmakla birlikte, ısıl işlem uygulaması ve sonrasında depolama süresince değişmeden kalmışlardır (Şekil 4.16.). Molekül ağırlıklı 24, 22, 20,1 kDa olan protein bantları (24-14,2kDa arasında kalan bantlar) hamurda yoğun bant yapısı göstermişken, fermentasyonla birlikte bu bant yoğunluklarında azalmalar olmuştur. Bu bantlar, ısıl işlem uygulaması ile birlikte kontrol ve starter içeren sucukların her ikisinde de tamamen parçalanmış ve depolama süresince kaybolmuşlardır. Üretimin 4. gününe kadar



(a)



(b)

Şekil 4.16. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim ve depolama süresince belirlenen sarkoplazmik proteinlerin SDS-PAGE elektroforetogramları: (a) kontrol grubu, (b) starter (*P. pentosaceus* ve *S. xylosus*) grubu. Jele 3mg protein/mL örnek tamponundan 20µL (60µg protein) yüklenmiştir. S1, 205-36 kDa, S2, 66-14,2 kDa arası molekül ağırlığına sahip protein standartlarını göstermektedir. 0, 2, 4 ve 5 (Ürün) üretim sürelerini, 30, 60 ve 90 depolama sürelerini göstermektedir.

fermentasyon süresince kontrol ve starter içeren sucuklarda, 70 ve 75 kDa ve 24-14,2 kDa molekül ağırlıklı protein bantları ısıtma işlemi uygulanması ile birlikte parçalanarak kaybolmuşlardır. Kontrol ve starter içeren sucuklarda üretim süresince, 55 kDa molekül ağırlıklı protein bandı yoğunluğunu muhafaza ederken, ısıtma işlemiyle birlikte parçalanmış ve bant yoğunluğu azalma göstermiştir. Kontrol grubu sucuklarda depolamanın 60. ve 90. günlerinde bu bant parçalanarak 2 yeni bant oluşturmuştur. Starter grubunda ise bu değişim görülmemiştir (Şekil 4.16 a, b.).

Fermentasyon sırasında ve ısıtma işlemi uygulamasından sonra sucuk sarkoplazmik proteinlerinde meydana gelen değişimler, Wardlaw *et al.* (1973), Klement *et al.* (1974) ve Keller and Acton (1974)'un çalışmaları ile uyumlu olmuştur. Bu çalışmaların hepsinde starter kültür olarak *P. cerevisiae* kullanılmış ve sonrasında ısıtma işlemi uygulanarak fermente sosise üretilmiştir. Fermentasyon aşamasında pH düşüşü ile sarkoplazmik protein fraksiyonları, miyofibriller protein fraksiyonlarına göre daha hızlı denatüre olmuştur. Araştırmacılar, fermentasyonda asitlik oluşumu ile birlikte sarkoplazmik ve miyofibriller proteinlerin çözünürlüğünde azalma olduğunu bildirmişlerdir. Sarkoplazmik proteinlerin çözünürlüğü, fermentasyonda pH değerinin 6,8 den 4,6 değerine düşmesi ile azalma göstermiştir. Ortamda tuz bulunması ile asitliğin etkisi daha fazla olmuş ve çözünürlükte görülen azalma daha fazla olmuştur. Fermentasyon sonrası ısıtma işlemi uygulanması ve kuruma süresince ortamda NPN miktarında görülen artışa bağlı olarak pH değerinde 0,1-0,2'lik artış gözlemlenmiştir. Sarkoplazmik proteinlerde görülen denatürasyonun miyofibriller proteinleri etkilediğini ve sosise yapısının oluşmasında rol aldığını bildirmişlerdir. Bu çalışmalarda, ısıtma uygulamasının sarkoplazmik proteinlere etkili olduğu ama miyofibriller proteinlere etkisinin çok önemli olmadığı bildirilmiştir.

4.16. Miyofibriller Proteinlerde Meydana Gelen Değişmeler: Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Jel Elektrofrezisi (SDS-PAGE)

Sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektrofrezisi (SDS-PAGE) tekniği ile geleneksel yöntemle ve ısıtma işlemi uygulanarak üretilen sucuklarda, miyofibriller proteinlerde üretim ve depolama süresince meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Geleneksel yöntemle üretilen sucukların miyofibriller proteinlerinin SDS-PAGE sonuçları Şekil 4.17.'de, ısıtma işlemi

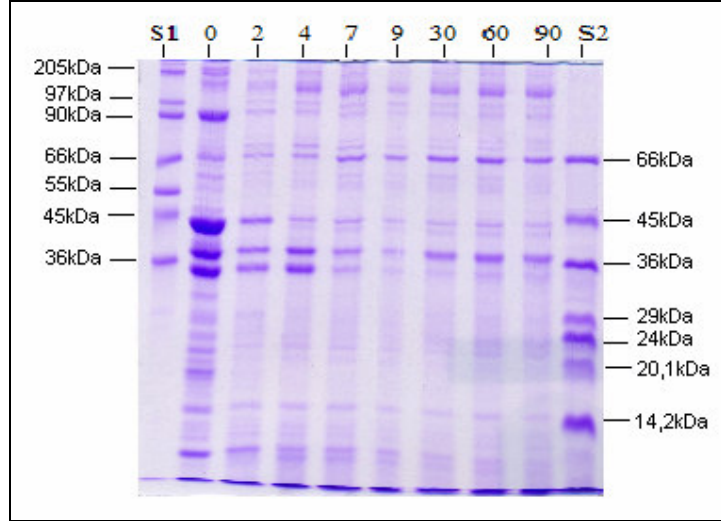
uygulanarak üretilen sucukların sarkoplazmik proteinlerinin SDS-PAGE sonuçları ise Şekil 4.18.'de verilmiştir.

Geleneksel Olarak Üretilen Sucuklarda Miyofibriler Proteinlerde Meydana Gelen Değişmeler:

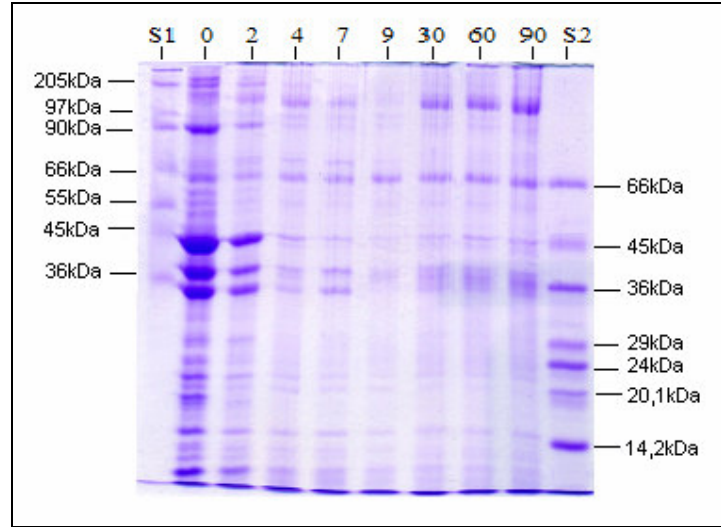
Kontrol ve starter içeren sucuklarda sucuk hamurunda (0. gün); 50, 55, 60 ve 19 kDa'luk protein bantları fermentasyonun 2. gününde parçalanarak kaybolmuşlardır. 36-24 kDa arasında kalan (33, 29, 24kDa) protein bantları ise üretimin ikinci gününden sonra parçalanarak kaybolmuşlardır. Molekül ağırlığı 90 (α -aktinin), 45 (aktin), 35 (troponin-T), 40 ve 14,2-10 kDa arasındaki protein bantları 0. gün sucuk hamurlarında yoğun bir bant yapısı göstermişlerdir. Fermentasyonla birlikte bu bantların yoğunluklarında azalma olmuş; depolama süresince bu bantlardan 90 kDa'luk protein bandı hariç diğer bantlar jel üzerinde gözlenmiştir. Molekül ağırlığı 200 kDa olan protein bandı, kontrol sucuklarda fermentasyon süresince azalmış ve üretimin 9. gününde ve depolama süresince gözlenmemiştir. Starter içeren sucuklarda ise bu bant, üretimin 4. gününde parçalanarak üretimin geri kalan kısmında ve depolama süresince gözlenmemiştir (Şekil 4.17.).

Starter kültür kullanımı ile miyofibriler proteinlerden 200 kDa'luk miyosin ağır zincirini oluşturan bant, kontrol grubuna göre daha önce parçalanmıştır. Bu çalışmada miyofibriler proteinlerin proteolizinde kas kaynaklı endojen proteazların ve mikrobiyolojik proteolizin birlikte etkili oldukları söylenebilir. Miyofibriler protein fragmentlerinde meydana gelen değişmeleri ortam pH'sı önemli derecede etkilemektedir. Miyosin ağır zincirini (200 kDa) ve aktini (45 kDa) oluşturan bantlarda fermentasyon süresince parçalanma görülmüş, miyosin ağır zincir bandı kaybolurken, aktin bandı her iki grupta yoğunlukta azalma göstermiştir. Geleneksel olarak üretilen kontrol ve starter sucuklarında, 116, 66 ve 38 kDa'luk protein bantlarının yoğunlukları üretim süresince azalma göstermişken, depolama süresince ko-migrasyon neticesinde protein bant yoğunlukları artış göstermiştir.

Maurello *et al.* (2002), starter kültür *S. xylosus* kullanarak ürettikleri fermente sosislerde, 13 günlük üretim sonunda miyosin (220), aktin (45) ve tropomyosin T1 (35) protein bantlarının kaybolduğunu bildirmişlerdir. Johansson *et al.* (1994), *P. pentosaceus* ve *S. xylosus*



(a)



(b)

Şekil 4.17. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim ve depolama süresince belirlenen miyofibriler proteinlerin SDS-PAGE elektroforetogramları: (a) kontrol grubu, (b) starter (*P. pentosaceus* ve *S. xylosus*) grubu. Jele 3mg protein/mL örnek tamponundan 20µL (60µg protein) yüklenmiştir. S1, 205-36 kDa, S2, 66-14,2 kDa arası molekül ağırlığına sahip protein standardlarını göstermektedir. 0, 2, 4, 7 ve 9 (Ürün) üretim sürelerini, 30, 60 ve 90 depolama sürelerini göstermektedir.

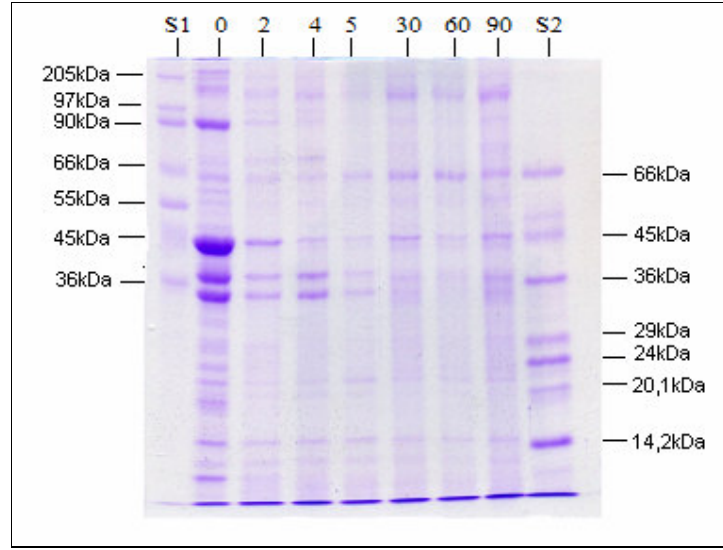
kullanımının sarkoplazmik ve miyofibriler proteinlerde değişime neden olduğunu belirtmişlerdir. Yine Garcia de Fernando and Fox (1991), starter kültür kullanımının proteinler üzerine etkili olduğunu bildirmişlerdir. Hughes *et al.* (2002), fermente sosislerde starter katılan gruplarda üretimin sonunda daha hızlı ve tam bir parçalanma olduğunu görmüşlerdir. Fadda *et al.* (1999b), *L. plantarum*'un miyofibriler proteinlerden myosin ve aktini tamamen degrade ettiğini ve yeni protein bantları (50-35kDa) oluşturduklarını göstermişlerdir.

Scannell *et al.* (2004), starter kültür kullanarak ürettikleri ham'lerde starter kültürün miyofibriler proteinlere etkisinin önemli olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmada, miyosin ağır zinciri üretime bağlı olarak azalma göstermiş ama aktinde önemli değişim olmamıştır. Candoğan (2000), fermente sosislerde endojen ve starter kaynaklı enzimlerin miyofibriler proteinlerde önemli değişmelere neden olduğunu belirtmiştir.

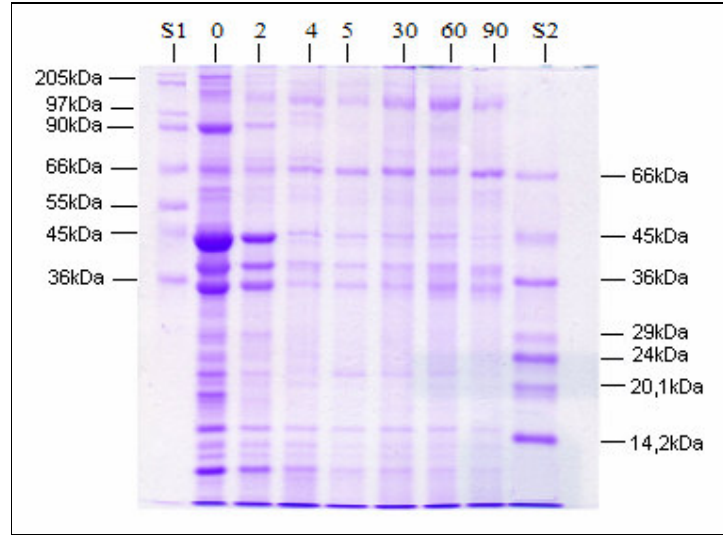
Sanz *et al.* (1999a,b), fermente sosislerde proteolizin genel olarak endojen et enzimleri tarafından gerçekleştirildiğini, starter kültür kullanımının da proteoliz üzerine etkili olduğunu bildirmişlerdir. Proteolitik aktivitenin daha çok stafilokok ve mikrokok kaynaklı olduğunu, laktobasillerin ise çok etkili olmadığını bildirmişlerdir.

Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda miyofibriler proteinlerde meydana gelen değişmeler:

Fermentasyon aşamasında, miyofibriler proteinlerde meydana gelen değişmeler ısıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda da benzer şekilde gerçekleşmiştir. Molekül ağırlığı 200 kDa olan protein bandı, kontrol ve starter içeren sucuklarda üretimde 4. güne kadar parçalanarak bant yoğunlukları azalma göstermiştir. Isıl işlem uygulaması ile birlikte fermentasyonun 4. gününde kontrol ve starter içeren sucuklarda yapıda yer alan 200, 90 ve 68 kDa'luk protein bantları tamamen parçalanarak kaybolmuşlar ve depolama süresince de gözlenmemişlerdir (Şekil 4.18.).



(a)



(b)

Şekil 4.18. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim ve depolama süresince belirlenen miyofibriler proteinlerin SDS-PAGE elektroforetogramları: (a) kontrol grubu, (b) starter (*P. pentosaceus* ve *S. xylosus*) grubu. Jele 3mg protein/mL örnek tamponundan 20µL (60µg protein) yüklenmiştir. S1, 205-36 kDa, S2, 66-14,2 kDa arası molekül ağırlığına sahip protein standartlarını göstermektedir. 0, 2, 4 ve 5 (Ürün) üretim sürelerini, 30, 60 ve 90 depolama sürelerini göstermektedir.

Isıl işlem uygulanan sucuklarda kontrol ve starter grubunda miyofibriler protein bantlarından 116 ve 66 kDa'luk bantlarda üretim ve ısıl işlem sonrası yoğunluklarda azalma gözlenmiş, buna karşın depolama süresince bant yoğunlukları artış göstermiştir.

Uytterhaegen *et al.* (1994), miyofibriler proteinlerde yapı bütünlüğünün bozulmasında sistein proteinaz aktivitesinin önemli rol aldığını ve miyofibriler proteinlerin tuzda çözünürlüğünü artırdığını bildirmişlerdir. Proteoliz ile troponin-T'nin parçalandığını ve buna bağlı olarak tekstürde değişme olduğunu bildirmişlerdir.

Molly *et al.* (1997), kuru fermente sosislerde proteolitik aktivitenin başlangıçta endojen proteazlarca gerçekleştirildiğini daha sonraki parçalanmaların bakteriyel enzimlerle gerçekleştirildiğini bildirmişlerdir. Başlangıçta endojen enzimlerden katapsin D ve bu özellikteki diğer enzimlerin aktivite gösterdiklerini ve bu enzimlerin pH'da görülen düşme ile aktifleştiklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmada, katapsin B, H ve L sadece aktin ve aktinin parçalanma ürünlerini parçaladığı bildirilmiştir. Bunun yanında sistein proteinazlar ve asit proteinazların 29kDa ve 13kDa molekül ağırlıklı ürünler oluşturduğu gösterilmiştir.

4.17. Mikrobiyolojik Sonuçlar

Geleneksel yöntemle ve ısıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda mikrobiyolojik analiz sonuçları log kob/g olarak Çizelge 4.44. ve 4.45.'de verilmiştir. Yine sucukların 90 gün depolanması süresince mikrobiyolojik yüklerinde görülen değişmeler Çizelge 4.46.'da verilmiştir.

4.17.1. Toplam mezofil aerob bakteri yükü

Toplam mezofil aerob bakteri (TMAB) yükü, geleneksel olarak üretilen sucuklarda kontrol ve starterli grupların her ikisinde de 4. güne kadar artmıştır. Kurumaya ve pH değerinde görülen düşmeye bağlı olarak 4. günden sonra TMAB sayısında azalma görülmüştür. TMAB yükü, sucuk hamurunda kontrol grubunda 5,20, starter grubunda 6,00 olarak belirlenmiş olup,

Çizelge 4.44. Geleneksel yöntemle üretilen sucukların mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/g)

	Üretim süresi (gün)					
	0	1	2	4	7	9 (Ürün)
TMAB						
Kontrol	5,20±0,21Cb	6,50±0,18Bb	7,02±0,01ABb	7,50±0,05Aa	7,52±0,03Aa	7,31±0,09Aa
Starterli	6,00±0,27Ba	7,60±0,22Aa	7,89±0,02Aa	7,91±0,08Aa	7,65±0,03Aa	7,50±0,05Aa
LAB						
Kontrol	4,00±0,12Cb	7,32±0,08Aa	7,27±0,07ABa	7,40±0,01Ab	7,32±0,03Aa	7,00±0,05Ba
Starterli	5,00±0,19Ca	7,54±0,03ABa	7,49±0,05ABa	7,71±0,08Aa	7,50±0,14ABa	7,20±0,11Ba
Mikrokok stafilokok						
Kontrol	3,80±0,13Cb	5,63±0,05Bb	6,42±0,03Ab	6,09±0,07ABb	5,32±0,21Bb	5,38±0,05Ba
Starterli	5,20±0,09Ca	6,74±0,10Aa	7,00±0,08Aa	6,72±0,13Aa	5,88±0,17Ba	5,72±0,22Ba
Koliform						
Kontrol	3,20±0,14Bb	4,06±0,15Aa	3,51±0,23Ba	2,18±0,07Ca	1,12±0,03Da	<1,00Ea
Starterli	3,80±0,11Ba	4,57±0,09Aa	3,12±0,28Ca	1,36±0,03Db	<1,00Eb	<1,00Ea

TMAB (Toplam mezofil aerob bakteri), LAB (Laktik asit bakterisi), Mikrokok-stafilokok ve Koliform sayım sonuçları kendi içlerinde değerlendirilmiştir.

A,B,C,D : Aynı özellik için ilgili satırda, aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,01).

a, b : Aynı özellik için ilgili sütunda, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

Çizelge 4.45. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucukların mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/g)

	Üretim süresi (gün)				
	0	1	2	4 (Isıl işlem öncesi)	5 (Ürün)
TMAB					
Kontrol	5,60±0,12Cb	6,72±0,18Ba	7,24±0,01ABb	7,60±0,05Aa	6,68±0,05Ba
Starterli	6,20±0,15Ca	6,84±0,22Ba	7,94±0,02Aa	8,02±0,08Aa	6,89±0,02Ba
LAB					
Kontrol	4,60±0,21Cb	7,48±0,08Aa	7,67±0,07Aa	7,66±0,01Aa	5,33±0,15Bb
Starterli	5,40±0,19Ba	7,72±0,03Aa	7,78±0,05Aa	7,84±0,08Aa	5,76±0,04Ba
Mikrokok-Stafilokok					
Kontrol	3,60±0,09Cb	5,42±0,05Bb	6,62±0,03Aa	5,80±0,07Bb	3,90±0,17Ca
Starterli	5,00±0,12Ba	6,80±0,10Aa	7,20±0,08Aa	6,62±0,13Aa	4,26±0,15Ca
Koliform					
Kontrol	3,20±0,11Ba	4,17±0,15Aa	3,84±0,23Aa	2,29±0,07Ca	<1,00Da
Starterli	3,00±0,17Ba	4,32±0,09Aa	3,07±0,28Bb	1,47±0,03Cb	<1,00Da

TMAB (Toplam mezofil aerob bakteri), LAB (Laktik asit bakterisi), Mikrokok-stafilokok ve Koliform sayım sonuçları kendi içlerinde değerlendirilmiştir.

A,B,C,D : Aynı özellik için ilgili satırda, aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,01).

a, b : Aynı özellik için, ilgili sütunda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

Çizelge 4.46. Sucuklarda depolama süresince belirlenen mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/g)

Mikrobiyolojik analizler	Üretim yöntemi Sucuk grubu	Depolama süresi (gün)					
		0 (Ürün)	30	60	90		
TMAB	Geleneksel ^X	Kontrol	7,31±0,09Ab	7,14±0,05ABb	7,02±0,09Ba	7,10±0,08Ba	
		Starterli	7,50±0,06Aa	7,31±0,01Ba	7,10±0,06Ca	7,18±0,05BCa	
	Isıl işlem ^Y	Kontrol	6,68±0,05Ab	6,48±0,02Ba	6,25±0,10Ca	6,09±0,01Ca	
		Starterli	6,89±0,03Aa	6,59±0,03Ba	6,33±0,04Ca	6,18±0,03Ca	
	LAB	Geleneksel ^X	Kontrol	7,00±0,05Bb	7,30±0,11Aa	7,14±0,14ABa	6,77±0,03Cb
			Starterli	7,20±0,14Ba	7,42±0,02Aa	7,15±0,29BCa	7,08±0,17Ca
Isıl işlem ^Y		Kontrol	5,33±0,15Bb	5,87±0,04Aa	5,30±0,01BCa	5,14±0,02Ca	
		Starterli	5,76±0,06Aa	5,74±0,03Aa	5,42±0,14Ba	5,32±0,23Ba	
Mikrokok- stafilokok		Geleneksel ^X	Kontrol	5,38±0,05Ab	3,71±0,22Bb	3,38±0,12Bb	2,45±0,10Ca
			Starterli	5,72±0,06Aa	4,14±0,02Ba	4,05±0,19Ba	2,78±0,04Ca
	Isıl işlem ^Y	Kontrol	3,90±0,17Ab	3,45±0,15Ba	3,15±0,22Ba	2,57±0,01Ca	
		Starterli	4,26±0,13Aa	2,79±0,07Bb	3,12±0,14Ba	2,34±0,03Ca	
	Koliform	Geleneksel	Kontrol	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
			Starterli	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Isıl işlem		Kontrol	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	
		Starterli	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	

TMAB (Toplam mezofil aerob bakteri), LAB (Laktik asit bakterisi), Mikrokok-stafilokok ve Koliform sayım sonuçları kendi içlerinde değerlendirilmiştir.

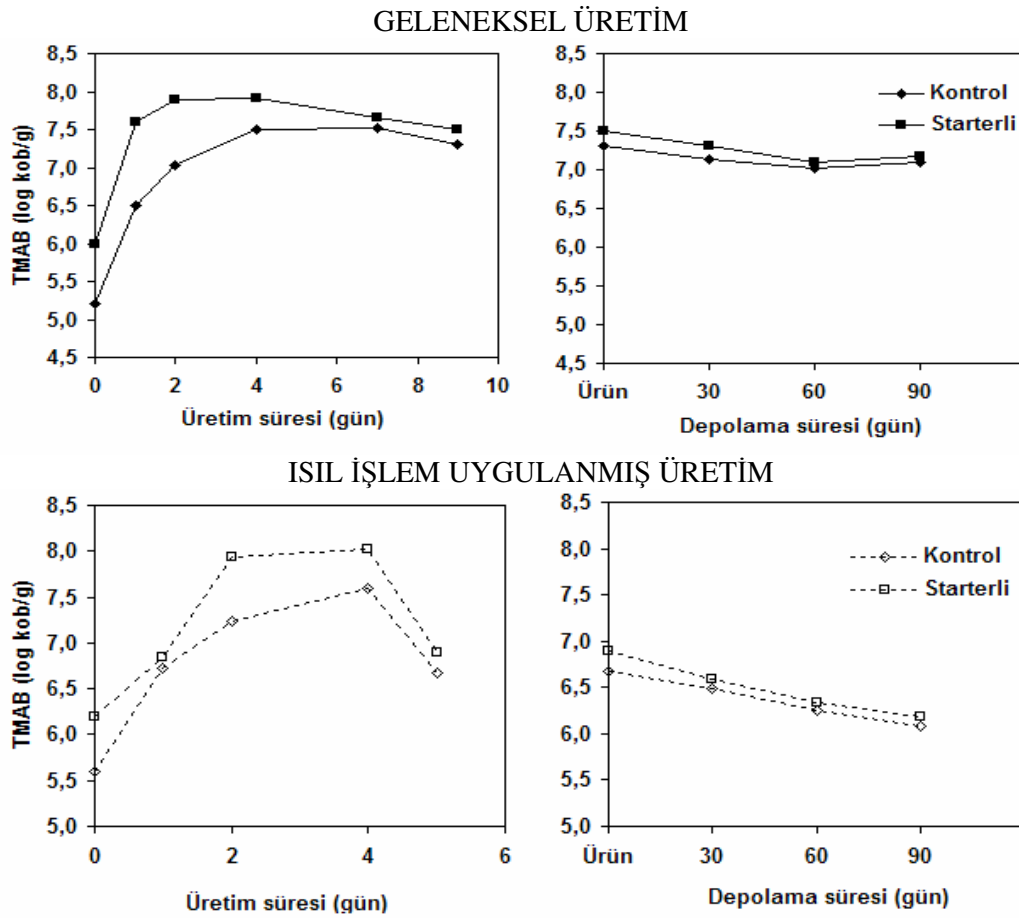
^{X, Y}: Aynı özellik için, ilgili sütunda üretim yöntemleri arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05).

A, B, C: Aynı özellik için, ilgili satırda, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

a, b: Aynı özellik içinde ilgili sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p>0,05).

4. günde kontrol grubunda 7,50 ve starter grubunda 7,91'e artmıştır. Üretim sonunda (9. günde) TMAB yükü kontrol grubunda 7,31 ve starter grubunda 7,50'ye düşmüştür (Çizelge 4.44.). Üretim süresi x starter etkileşiminin TMAB yükünde görülen değişime etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,01).

Isıl işlem uygulanan sucuk gruplarında, TMAB yükü, geleneksel üretimin ilk dört gününde olduğu gibi artış göstermiştir (Çizelge 4.45.). Isıl işlem öncesi 4. günde kontrol grubunda 7,60 ve starter grubunda 8,02 olarak belirlenen TMAB yükü, ısıl işlem sonrasında sırasıyla 6,68 ve 6,89 olarak belirlenmiş ve yaklaşık 1 logaritmik düzeyde azalma göstermişlerdir. Geleneksel üretimde fermentasyon ve kurumaya bağlı olarak pH'da meydana gelen azalma, ısıl işlem uygulanan üretimde ise yüksek sıcaklık TMAB yükünde azalmalara neden olmuştur (Şekil 4.19.).



Şekil 4.19. Üretim ve depolama süresince sucuk gruplarında TMAB sayılarında görülen değişimler

Depolama süresince tüm sucuk gruplarında TMAB yükü azalma göstermiştir. Depolama süresince geleneksel üretimde TMAB yükünün ısıl işlemle üretime göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.46.). Depolamada TMAB yükündeki değişime üretim

yöntemi x depolama süresi x starter etkileşiminin etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur ($p<0,01$).

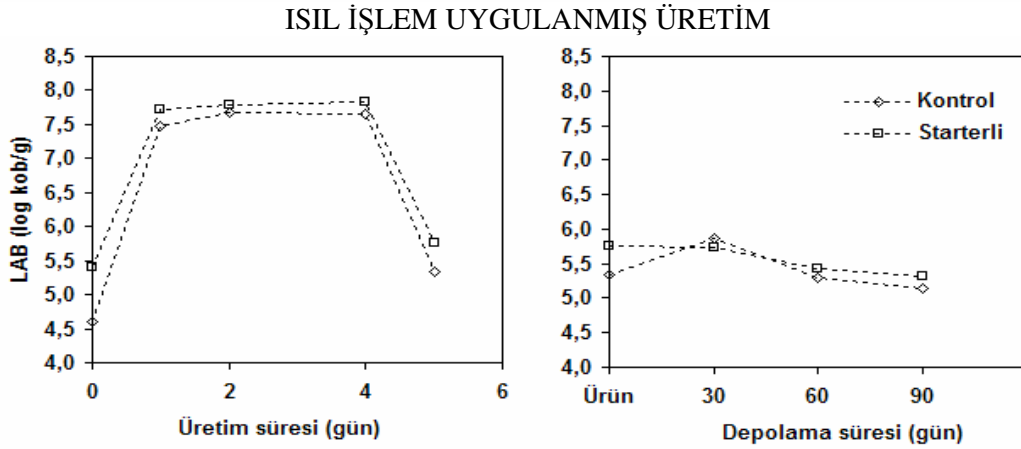
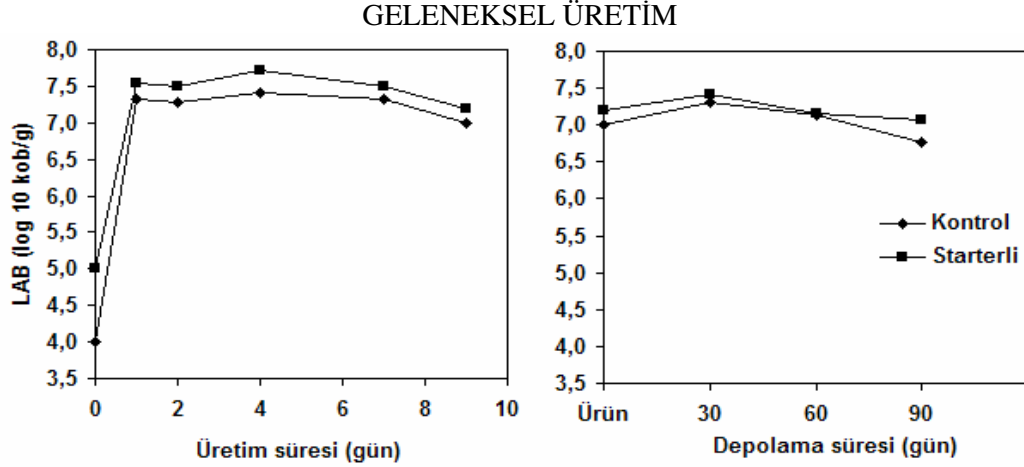
4.17.2. Laktik asit bakteri yükü

Geleneksel olarak üretilen sucuklarda üretim süresince laktik asit bakterileri (LAB) yükünde üretimin 4. gününe kadar artış görülmüş, 7. ve 9. günlerde ise düşme görülmüştür. Sucuk hamurunda kontrol grubunda 4,00 ve starter grubunda 5,00 olan LAB yükü, üretim sonunda kontrol ve starter gruplarında sırasıyla 7,00 ve 7,20 olarak belirlenmiştir. LAB yükünde görülen değişime starter x süre etkileşiminin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$) (Çizelge 4.44.). Isıl işlem uygulanan sucuk gruplarında LAB sayısı üretimin 4. gününde kontrol grubunda 7,66 ve starter grubunda 7,84 olarak belirlenmiş olup ısıl işlem uygulaması ile bu değerler 5,33 ve 5,76'ya azalmıştır (Çizelge 4.45.). LAB yükünde görülen bu değişimde üretim süresi x starter etkileşimi istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Bu azalmada ısıl işlemin etkisi ve pH değerinde görülen düşme etkili olmuştur (Şekil 4.20.).

Depolama sırasında sucukların LAB yükü 30. günde az bir artış, 60. ve 90. günlerde azalma göstermiştir (Şekil 4.20.). Depolanan sucuklarda LAB yükünde görülen azalmada üretim yöntemi x depolama süresi x starter etkileşimi ($p<0,01$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.46.).

4.17.3. Mikrokok- Stafilokok bakteri yükü

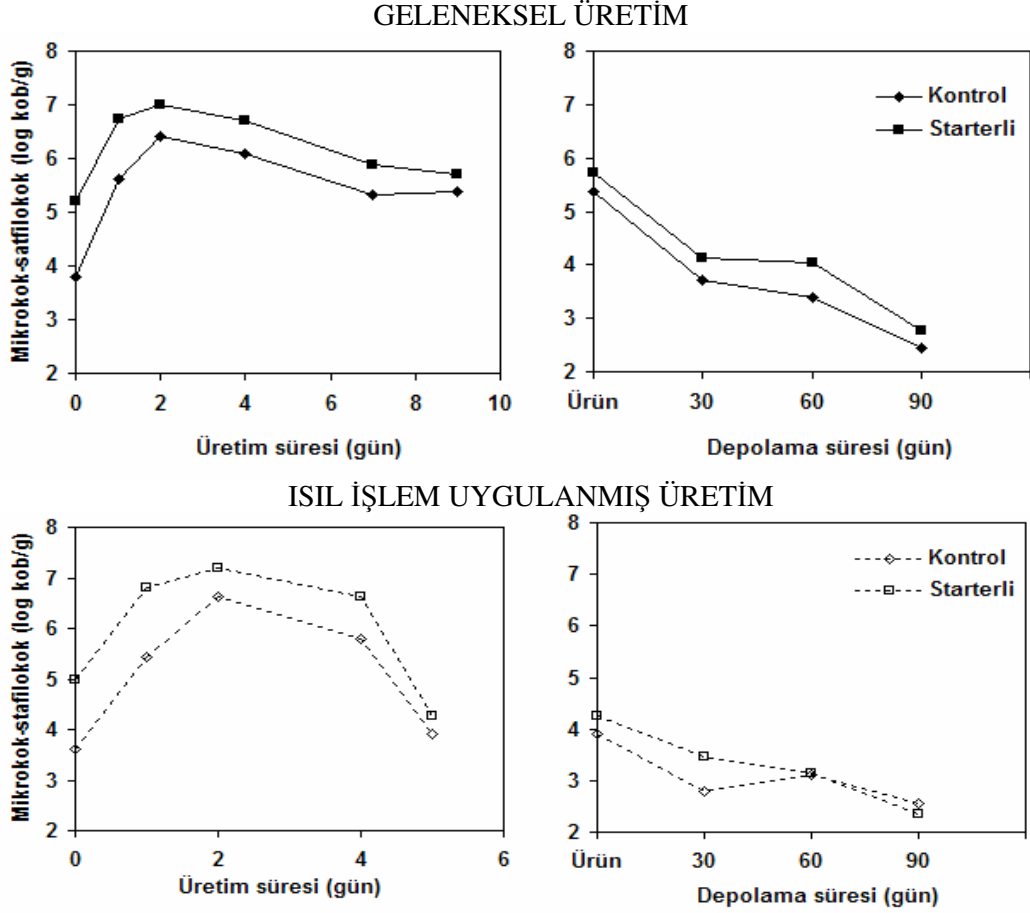
Mikrokok-stafilokok yükü geleneksel olarak üretilen sucuklarda kontrol grubunda 3,80 ve starter grubunda 5,20 olarak belirlenmiştir. Üretim sonunda mikrokok-stafilokok yükü kontrol grubunda 5,38, starter grubunda 5,72'ye artmıştır. Ortamda LAB sayısının artması ve pH değerinde görülen azalmaya bağlı olarak mikrokok-stafilokok sayısında üretim boyunca önce artış sonra azalma görülmüştür (Şekil 4.21.). Bu azalmada üretim süresi x starter etkileşimi istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.44.).



Şekil 4.20. Üretim ve depolama süresince sucuk gruplarında LAB sayılarında görülen değişimler

Isıl işlem görmüş sucuklarda 4. günde kontrol ve starter gruplarında 5,80 ve 6,62 olarak belirlenen mikrokok-stafilokok yükü ısıl işlem uygulamasından sonra 3,90 ve 4,26'ya azalmıştır (Çizelge 4.45.). Fermentasyon süresince pH değerinin düşmesi, kurumanın olması, mikrobiyel rekabet ve sonrasında ısıl işlemin etkisi ile mikrokok-stafilokok yıkımı artış göstermiştir (Şekil 4.21.).

Depolama süresince mikrokok-stafilokok yükü tüm sucuk gruplarında azalma göstermiştir (Şekil 4.21.). Bu azalmada üretim yöntemi x depolama süresi x starter etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.26.)



Şekil 4.21. Üretim ve depolama süresince sucuk gruplarında mikroko-stafilokok sayılarında görülen değişimler

4.17.4. Koliform bakteri yükü

Geleneksel yöntemle üretilen sucuk hamurunda koliform bakteri yükü kontrol grubunda 3,20 ve starter grubunda 3,80 olarak saptanmış, üretim sonunda her iki grupta saptama sınırının altına (<10) düşüş göstermiştir (Çizelge 4.44.). Isıl işlem uygulanan sucuk gruplarında koliform bakteri sayısı 4. günde 2,29 ve 1,47'ye düşme göstermişken, ısıl işlem uygulaması ile saptama sınırının altına (<10) düşmüştür. Her iki üretim yönteminde koliform bakteri yükündeki bu azalışta üretim süresi x starter etkileşiminin etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0,01$). Fermentasyon sonrası ısıl işlem uygulamasının koliform yıkımında etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$)(Çizelge 4.44. ve Çizelge 4.45.).

Fermentasyon süresince ortama LAB'nin hakim olması ve asit karakterde metabolit üretmeleri ile pH değerinde düşme görülmekte ve bu düşüş koliform bakterilerin yıkımında önemli rol oynamaktadır. Patojen yıkımı için uygulanan ısı işlemi (68°C'de 15 dakika) ile koliform grubu bakteriler tahrip olmuşlardır. Depolama süresince sucuk gruplarında koliform grubu bakterilere rastlanılmamıştır (Çizelge 4.46.).

Fermente sosislerde yapılan birçok çalışmada geleneksel üretimlerde, fermentasyon süresi, sıcaklık ve rutubete bağlı olarak TMAB yükünün 5-6 log kob/g'dan 7-8 log kob/g düzeyine arttığı, LAB sayısının 4-5 log kob/g'dan 7-8 log kob/g düzeyine arttığı görülmüştür (Keller and Acton 1974, Galgano *et al.* 2003, Casaburi *et al.* 2007).

Gökçalp *et al.* (1986), Türk sucuğu üretiminde farklı starter kültür karışımlarının ve farklı sıcaklıklarda fermentasyonun etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonunda *L. plantarum* ve *M. auranticus* karışımının fermentasyon sıcaklığının 20°C ve üzerinde olması durumunda uygun bir starter kışıımı olduğunu bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada Soyer *et al.* (2005), 24-26°C' ve 20-22°C fermentasyon sıcaklıklarında geleneksel olarak ürettikleri sucuklarda başlangıçta TMAB yükünü sırasıyla 5,5-6,21 ve 3,5-4,3 arasında, LAB yükünü 3,5-4,3 ve 5,0-5,6 arasında, mikrokok-stafilokok yükünü sırasıyla 5,0 ve 5,6 olarak belirlemişlerdir. 9 günlük üretim sonunda fermentasyon sıcaklığının ve üretim süresinin mikrobiyel yük üzerine etkili olduğunu bildirmişlerdir. Yüksek fermentasyon sıcaklığında mikrobiyel yükün artışının daha fazla olduğu görülmüştür. Üretim sonunda toplam bakteri yükünün 24-26°C' ve 20-22°C sıcaklık gruplarında sırasıyla TMAB yükünü 8-9 log kob/g ve 7-8 log kob/g; LAB yükünün her iki sıcaklık için 8-9; mikrokok-stafilokok sayısının 6-7 ve 5-6 arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Gönülalan *et al.* (2004), farklı kombinasyonlarda starter kültürler ekleyerek 24°C'de ürettikleri geleneksel sucuklarda kontrol grubunda başlangıç mikroorganizma sayılarını log kob/g olarak sırasıyla TMAB için 6,86, koliform grup için 3,34, mikrokok-stafilokok için 3,91, LAB için 5,61 bulmuşlardır. Son üründe ise sırasıyla bu değerler TMAB için 7,88, koliform grup için 2,86, mikrokok-stafilokok için 3,98, LAB için 5,75 olarak bulunmuştur. *S. xylosus* ve *P. pentosaceus* ilavesiyle ürettikleri sucuklarda başlangıç ve son mikroorganizma

yüklerini TMAB için 6,69-9,86, koliform bakteri için 3,21-2,26, stafilokok-mikrokok için 5,66-5,54, LAB için 7,97-8,87 olarak belirlenmişlerdir. Bu çalışmada işletme koşullarında üretilen sucuklarda hijyenik kalitesi yüksek hammadde kullanarak kimyasal, mikrobiyolojik ve organoleptik özellikleri yüksek ve standard kalitede ürün imal edilebileceği bildirilmiştir.

Sanz *et al.* (1997b), starter kültür kullanmadan ve kullanarak ürettikleri fermente sosislerde başlangıç TMAB yükünü sırasıyla $8,3 \times 10^3$ kob/g ve $7,0 \times 10^6$ kob/g olarak belirlemiştir. Çalışmada, fermentasyonla bu sayılar $2,6 \times 10^8$ kob/g ve $1,2 \times 10^7$ kob/g değerlerine kadar artış göstermişlerdir. Kurutma ile son üründe bu veriler $3,8 \times 10^5$ ve $6,7 \times 10^5$ değerlerine kadar azalmıştır. Laktik asit bakteri sayıları başlangıçta $4,2 \times 10^3$ kob/g ve $1,6 \times 10^6$ kob/g olarak belirlenmiştir. Fermentasyon ile bu sayı $2,7 \times 10^8$ kob/g ve $1,8 \times 10^6$ kob/g değerlerine artış göstermiştir. Üretim sonunda ise $1,2 \times 10^5$ kob/g ve $1,2 \times 10^5$ kob/g'a azalmıştır. Koliform bakteri sayıları başlangıçta sırasıyla $1,0 \times 10^3$ ve $2,3 \times 10^2$ bulunmuş, üretim sonunda $<10^7$ a azalmıştır.

Casaburi *et al.* (2007), starter kültür ekmeden ve starter kültür ekleyerek ürettikleri fermente sosislerde LAB yükünü fermentasyon ve olgunlaştırma süresince (40 günlük üretim) 10^8 kob/g düzeyinde tespit etmişlerdir. Mikrokok yükünü kontrol grubunda başlangıçta 10^4 kob/g düzeyinde belirlemişlerken, starter eklenen gruplarda 10^6 - 10^7 kob/g düzeyinde belirlemişlerdir. Çalışmada, kontrol grubunda mikrokok familyası fermentasyon sırasında hızla 10^7 'ye artış göstermiş, 5. gün sonunda ise tüm gruplarda LAB etkisine bağlı olarak 10^5 kob/g değerine kadar azalmıştır. *Enterobacteriaceae* familyası başlangıçta tüm gruplarda 10^3 kob/g düzeyinde bulunmuş olup kontrol grubunda üretim süresince 2 logaritmik birim artış göstermişken, starter eklenen gruplarda LAB gelişimine bağlı olarak azalma göstermiştir.

Tayar (1989) ürettiği sucuk hamurunu 24, 22, 20 ve 18°C gibi sıcaklıkların her birinde 24 saat tutarak 4 günlük fermentasyon uygulamıştır. Üretim süresince, 3. ve 4. günlerde sucuklara farklı sıcaklıklarda ve farklı sürelerde ısıl işlem uygulamıştır. Tayar, ürettiği sucuklarda fermentasyon sonrası TMAB sayısını $2,6 \times 10^7$ - $3,8 \times 10^8$, koliform sayısını $8,7 \times 10^1$ - 7×10^2 , mikrokok-stafilokok sayısını $3,6 \times 10^5$ - $1,4 \times 10^5$, LAB sayısını $3,8 \times 10^6$ - $1,4 \times 10^8$ arasında bulmuştur. Isıl işlem uygulaması sonrasında bu sayıların TMAB'de 10×10^5 'e, koliform grupta

sayının sıfırlandığını, mikrokok-stafilokok sayısının 32×10^3 'e, LAB sayısının $11,5 \times 10^4$ 'e kadar düştüğünü bildirmiştir. Çalışmada uygulanan ısıl işlemin sıcaklığı ve süresine bağlı olarak TMAB sayısında azalmanın %25 ile % 99,45 arasında, koliform bakteri sayısında ise %74,41 ile %100 arasında olduğunu bildirmiştir.

Filiz (1996), laktobasil ve mikrokok karışımı içeren ticari starter kültürü kullanarak sucuk üretmiştir. Filiz bu çalışmasında 24-25°C'de iki günlük fermentasyon uygulaması sonrası merkezde 60-65°C 15 dakika ısıl işlem uygulamıştır. 2 günlük fermentasyon sonunda TMAB sayısının 10^7 - 10^8 'e ulaştığını ısıl işlem uygulaması ile bu sayının 10^4 - 10^5 'e azaldığını, mikrokok sayısının 8×10^3 'den ısıl işlem uygulaması ile $1,7 \times 10^1$ 'e azaldığını, LAB sayısının $8,7 \times 10^7$ 'den $2,1 \times 10^3$ 'e indiğini göstermiştir. Isıl işlem uygulaması ile koliform grubun ve *E. coli*'nin tamamen tahrip olduğunu da bildirmiştir.

Ercoskun (2006) sucuk üretiminde *L. plantarum* ve *S. carnosus* karışımını içeren ticari starter kültür kullanarak 23-25°C'de fermentasyon yapmıştır. Çalışmada farklı fermentasyon süreleri sonunda ısıl işlem (60°C'de 10 dakika) uygulayarak sucukların özelliklerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Isıl işlem uygulanmayan sucuklarda, üretim süresince TMAB sayısının artmaya devam ettiği, ısıl işlem uygulaması ile TMAB yıkımının önemli düzeyde sağlandığı belirtilmiştir. Üretimin 3. gününe kadar ısıl işlem öncesi ve sonrası TMAB yükü farkının artış gösterdiği bildirilmiştir. Yine çalışmada, LAB yükü ısıl işlem uygulaması ile azalma göstermiş, üretim süresince ısıl işlem öncesi ve sonrası LAB yükü farkı artış göstermiştir. Mikrokok-stafilokok yükü fermentasyon süresince ve ısıl işlem uygulaması ile azalma göstermiştir. Yine fermentasyon süresince ve ısıl işlem uygulaması ile koliform bakteri yükü azalmış ve üretim sonunda bu sayı 10'un altına inmiştir.

Wardlaw *et al.* (1973), *P.cerevisiae* kullanarak ürettikleri fermente sosislerde ilk 36 saatte LAB yükünde 2 logaritmik birim artış olduğunu, merkezde 63°C ve 71°C sıcaklık uygulaması ile 4,5 logaritmik düzeyde azalma olduğunu bildirmişlerdir. Yine 60 günlük depolama süresince 1 logaritmik düzeyde azalmanın daha olduğunu bildirmişlerdir. TMAB yükünde yine aynı şekilde azaldığını bildirmişlerdir. Isıl işlem uygulanması ile LAB yükünün azaldığı, starter kültür tarafından üretilen laktik asit miktarında azalma olduğu ve et proteinlerinin

denatüre olduğu bildirilmiştir. Isıl işlem sonrası gelişen tüm kimyasal ve fiziksel değişimlerin ise ortamda bulunan suyun miktarına ve kuruma sürecine bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Keller and Acton (1974), starter kültür ekleyerek ve ısıl işlem uygulayarak ürettikleri fermente sosislerde başlangıçta toplam aerob bakteri yükünü 10^5 - 10^6 kob/g düzeyinde bulmuşlardır. Fermentasyon ile bu sayısal verilerde 2-3 logaritmik birim artış görülmüştür. Toplam LAB yükünün başlangıçta ve fermentasyon aşamasında benzerlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Merkezde 71°C sıcaklık uygulanması ile toplam bakteri ve laktik asit bakteri sayısında yaklaşık 5 logaritmik birim azalma gözlenmiştir. Isıl işlem sonrası bakteri sayıları 10^3 - 10^1 kob/g düzeyinde bulunmuştur. Normal koşullarda *P. cerevisiae*'nin sıvı besiyeri içinde 60°C'de birkaç dakikada inhibe olduğunu fakat et yapısında 71°C'de tamamen inhibe olmadığını bildirmişlerdir. Bunda etkili faktörün, etin yapısı gereği bakterilerin yüksek sıcaklıkta tamamen inhibe olmasını engellemesi gösterilmiştir. Yine başka bir çalışmada 60°C ve 71°C merkez sıcaklığında ısıl işlem uygulanarak üretilen hindi fermente sosislerinde, son üründe toplam bakteri yükü azalma göstermiş ve log kob/g olarak 5,30 ve 3,51; LAB yükü 4,38 ve 3,31 bulunmuştur.

4.18. Duyusal Değerlendirme

Geleneksel yöntemle ve ısıl işlem uygulanarak üretilen kontrol ve starter sucuklarında çiğ ve pişmiş örneklerde son üründe ve depolamanın 30. 60. ve 90. günlerinde duyusal analizler yapılmıştır. Sucuk örneklerinin duyusal analizinde 9'lu hedonik skala kullanılmıştır. Analiz sonrası elde edilen veriler non-parametrik yöntem kullanılarak değerlendirilmiştir. Geleneksel ve ısıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda duyusal değerlendirmelere ait veriler arası farklılıklarda depolama süresinin etkisi Mann-Whitney testine, üretim yöntemi ve starter kullanımının etkileri Kruskal-Wallis testlerine tabi tutularak belirlenmiştir (Gibbons 1976).

Çiğ sucuk örneklerinde, dış görünüş, kesit yüzey görünüşü, kesit yüzey rengi, koku, tat, tekstür ve genel beğeni özellikleri, pişmiş sucuk örneklerinde ise tat, koku, renk, tekstür ve genel beğeni özellikleri değerlendirilmiştir.

Çiğ sucuk örneklerinin duyuşsal analizlerine ait istatistik sonuçlar Çizelge 4.47.'de verilmiştir. Çiğ sucuklarda yapılan duyuşsal değerlendirmelerde üretim yöntemi bakımından, geleneksel ve ısıt işlem görmüş sucuklarda dış görünüş ve kesit yüzey renkleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı ($p>0,01$), kesit yüzey rengi, koku, tat, tekstür ve genel beğeni açısından istatistiksel olarak önemli fark olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$). Geleneksel yöntemle üretilen sucuklar kesit yüzey rengi, koku, tat, tekstür ve genel beğeni özellikleri ısıt işlem görmüş sucuklardan daha fazla puanlar almışlardır (Çizelge 4.47.).

Çizelge 4.47. Çiğ sucuk örneklerinin duyuşsal analizlerine ait istatistik sonuçlar

	Dış görünüş	Kesit yüzey görünüşü	Kesit yüzey rengi	Koku	Tat	Tekstür	Genel beğeni
Üretim yöntemi							
Geleneksel	7,33	7,39	7,67A*	7,78A**	7,56A**	7,56A**	7,50A**
Isıt işlem	7,17	7,11	7,06B*	7,00B**	6,59B**	6,78B**	6,84B**
Starter							
Kontrol	6,84B*	7,06B*	6,89B**	6,67B**	6,33B**	6,50B**	6,70B**
Starterli	7,50A*	7,50A*	7,62A**	7,78A**	7,44A**	7,56A**	7,42A**
Depolama süresi (gün)							
0 (Ürün)	6,62B**	6,73	6,78B**	6,72	6,28B*	6,67	6,62
30	6,89AB**	7,00	7,05AB**	7,12	6,72AB*	6,78	7,06
60	7,39A**	7,33	7,62A**	7,62	7,45A*	7,50	7,36
90	7,44A**	7,42	7,78A**	7,45	7,28A*	7,45	7,42

* $p<0,05$ düzeyinde önemlidir.** $p<0,01$ düzeyinde önemlidir.

A,B : İlgili sütunda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($p>0,05$).

Çiğ sucuk örneklerinin duyuşsal değerlendirmesinde, starter kültür kullanımının tüm özelliklerde istatistiksel olarak önemli farklılıklar oluşturduğu görülmüştür ($p<0,01$, $p<0,05$). Bütün duyuşsal değerlendirme kriterleri starter kültür kullanılan sucuk gruplarında, kontrol gruplarına göre daha yüksek puanlar almışlardır (Çizelge 4.47.).

Depolama süresince çiğ sucuk örneklerinde dış görünüş ($p<0,01$), kesit yüzey rengi ($p<0,01$) ve tat ($p<0,05$) duyuşsal özellikleri istatistiksel olarak önemli değişmeler göstermişlerdir. Bu özellikler depolama süresince artış göstermişlerdir (Çizelge 4.47.).

Çiğ sucukların duyuşal özelliklerinin değerlendirilmesinde kullanılan puanların ortalamaları Çizelge 4.48.'de verilmiştir. Tüm özelliklerde depolama öncesi son ürüne verilen puanlar 30. günde daha yüksek olmuştur. Panelistler koku, tat, tekstür ve genel beğeni açısından geleneksel yöntemle üretilen starterli sucuklara daha yüksek puan vermişlerdir. Isıl işlem uygulanan sucuklarda kesit yüzey rengi parlak kırmızı olup panelistlerce beğenilirken, geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda bu renk koyu kırmızı veya kırmızı-koyu kahverengi olarak belirtilmiştir. Yine panelistler ısıl işlem uygulanan sucuklarda dış görünüş ve kesit yüzey görünüşü özelliklerine geleneksel üretime göre daha yüksek puanlar vermişlerdir (Çizelge 4.48.).

Çizelge 4.48. Çiğ sucuk örneklerinin duyuşal puanları

Duyuşal özellikler	Üretim yöntemi	Örnekler	Depolama Süresi (gün)			
			0 (Ürün)	30	60	90
Dış görünüş	Geleneksel	Kontrol	6,52	7,74	7,52	6,96
		Starterli	6,56	7,78	7,78	7,45
	Isıl işlem	Kontrol	6,22	7,37	6,67	7,78
		Starterli	6,15	7,31	7,45	7,41
Kesit yüzey görünüşü	Geleneksel	Kontrol	6,96	7,59	7,63	6,96
		Starterli	6,22	7,67	7,74	7,45
	Isıl işlem	Kontrol	6,26	7,30	6,55	7,70
		Starterli	6,07	7,26	7,45	7,26
Kesit yüzey rengi	Geleneksel	Kontrol	6,85	8,07	7,59	7,37
		Starterli	6,67	8,00	7,85	7,89
	Isıl işlem	Kontrol	5,74	7,26	6,67	7,85
		Starterli	5,85	7,04	7,70	7,37
Koku	Geleneksel	Kontrol	6,07	7,74	7,93	7,74
		Starterli	6,26	7,74	8,00	7,85
	Isıl işlem	Kontrol	5,76	7,15	7,22	7,26
		Starterli	5,61	7,00	7,93	6,96
Tat	Geleneksel	Kontrol	6,04	7,89	7,55	7,52
		Starterli	6,18	7,69	7,74	7,37
	Isıl işlem	Kontrol	5,67	6,48	6,33	7,37
		Starterli	5,85	6,78	7,41	6,89
Tekstür	Geleneksel	Kontrol	6,40	7,78	7,52	7,71
		Starterli	6,45	7,56	7,63	7,74
	Isıl işlem	Kontrol	5,74	6,26	6,89	7,33
		Starterli	5,67	6,59	7,37	6,94
Genel beğeni	Geleneksel	Kontrol	6,56	8,04	7,59	7,43
		Starterli	6,63	7,89	7,93	7,42
	Isıl işlem	Kontrol	5,82	6,70	6,78	7,66
		Starterli	5,89	6,89	7,52	7,04

Pişmiş sucuk örneklerinin duyu analizlerine ait istatistik sonuçlar Çizelge 4.49'da verilmiştir. Pişmiş sucuk örneklerinde duyu analizinde tat, koku, renk, tekstür ve genel beğeni özellikleri değerlendirilmiştir. Pişmiş sucuk örneklerinde tat, koku, renk ve genel beğeni özelliklerine üretim yönteminin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). Tekstür yönünden üretim yöntemleri arasında önemli bir fark görülmemiştir ($p > 0,05$).

Starter kullanımı pişmiş örneklerde sadece tekstür özelliği üzerinde istatistiksel olarak etkili ($p < 0,05$) olmuş, tat, koku, renk ve genel beğeni açısından önemli bulunmamıştır ($p > 0,05$) (Çizelge 4.49.). Pişirilerek değerlendirilen sucuk örneklerinde depolama süresinin etkisi tat ve tekstür özellikleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuş ($p < 0,05$), koku, renk ve genel beğeni üzerinde etkili bulunmamıştır ($p > 0,05$) (Çizelge 4.49.).

Çizelge 4.49. Pişmiş sucuk örneklerinin duyu analizlerine ait istatistik sonuçlar

	Tat	Koku	Renk	Tekstür	Genel Beğeni
Üretim yöntemi					
Geleneksel	7,62A**	7,78A**	7,89A**	7,33	7,61A**
Isıl işlem	6,84B**	7,17B**	7,44B**	7,06	6,89B**
Starter kullanımı					
Kontrol	7,06	7,33	7,44	6,89B*	7,11
Starterli	7,00	7,67	7,84	7,44A*	7,44
Depolama süresi (gün)					
0 (Ürün)	6,89B*	7,17	7,44	6,28B**	7,17
30	7,06AB*	7,45	7,45	6,72AB**	7,22
60	7,62A*	7,78	7,67	7,45A**	7,61
90	7,39A*	7,62	7,73	7,28A**	7,44

* $p < 0,05$ düzeyinde önemlidir. ** $p < 0,01$ düzeyinde önemlidir.

A,B : Herbir sütunda, aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($p > 0,05$).

Pişmiş sucuk örneklerinde duyu değerlendirmelere ait ortalama puan değerleri Çizelge 4.50.'de verilmiştir. Pişmiş örneklerde panelistlerin puanları tat, koku, renk, tekstür özelliklerinde ve genel beğeni yönlerinden genel olarak depolamanın 30. gününde başlangıçtan daha yüksek, 60. ve 90. günlerde daha düşük olmuştur. Panelistlerin geleneksel

Çizelge 4.50. Pişmiş sucuk örneklerinin duysal puanları

	Üretim yöntemi	Sucuk grubu	Depolama Süresi (gün)			
			0 (Ürün)	30	60	90
Tat	Geleneksel	Kontrol	6,93	7,82	6,81	7,67
		Starterli	7,00	7,63	7,59	7,78
	Isıl işlem	Kontrol	6,67	7,19	6,82	6,65
		Starterli	6,93	7,07	6,81	6,74
Koku	Geleneksel	Kontrol	6,93	8,05	7,74	7,93
		Starterli	6,93	8,00	7,85	7,82
	Isıl işlem	Kontrol	6,63	7,56	7,48	6,85
		Starterli	6,82	7,44	7,60	6,96
Renk	Geleneksel	Kontrol	7,22	8,22	7,85	7,71
		Starterli	7,15	8,04	8,15	8,07
	Isıl işlem	Kontrol	7,22	7,59	7,81	7,31
		Starterli	6,93	7,60	7,78	7,04
Tekstür	Geleneksel	Kontrol	6,67	7,48	7,52	7,32
		Starterli	6,85	7,48	7,63	7,33
	Isıl işlem	Kontrol	6,37	7,13	7,56	6,85
		Starterli	6,78	7,19	7,67	6,95
Genel beğeni	Geleneksel	Kontrol	6,96	7,89	7,44	7,54
		Starterli	7,00	7,65	7,82	7,65
	Isıl işlem	Kontrol	6,70	7,45	7,48	6,72
		Starterli	6,74	7,30	7,52	6,70

üretilen sucuklarda tat, koku, renk, tekstür ve genel beğeni puanları ısıl işlem görmüş sucuklara göre daha fazla olmuştur. Yine geleneksel olarak üretilen sucuklarda starter kültür kullanılan grupların kontrol grubuna göre daha çok beğenildiği görülmüştür. Panelistler ayrıca geleneksel olarak üretilen sucuk gruplarında Türk sucuğuna özgü tat, koku, renk ve tekstürün oluştuğunu ve bu özelliklerin de tüketici beklentilerini karşıladığını bildirmişlerdir.

Berdague *et al.* (1993), kuru fermente sosislerde starter kültür kullanımının uçucu bileşiklerin oluşumunda ve duysal özelliklerin gelişiminde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada özellikle lipid ve karbohidrat katabolizmasının ürün gelişiminde son derece önemli rol oynadığını bildirmişlerdir. Johansson *et al.* (1994), *P. pentosaceus* ve *S. xylosus* kullanarak ürettikleri fermente sosislerde flavor gelişiminin ilk üç günde hızla gerçekleştiğini ve 3-21 gün arasında çok az değişim olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, 21 gün sonunda flavorda artış olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışma ile fermente sosislerde aroma gelişiminin etten gelen volatil bileşikler ve baharatlar arasındaki kompleks etkileşimlerle oluştuğu ortaya

konulmuştur.

Klement *et al.* (1973), ısıtım işlem uygulayarak ürettikleri fermente sosislerde hızlı asitlik gelişimi ile birlikte sıkı yapının daha hızlı geliştiğini bildirmişlerdir. Starter kültür kullanılmayan kontrol gruplarında sıkı yapı oluşumunun ısıtım işlem aşamasına kadar önemli bir değişim göstermediğini, ısıtım işlemle (55°C) sıkı yapının oluştuğunu bildirmişlerdir. Demasi *et al.* (1990), farklı starter kültür kullanarak ürettikleri 38°C fermentasyon sonrası 60°C'de ısıtım işlem uyguladıkları fermente sosislerde duyusal panel sonrasında gruplar arasında önemli bir farklılık olmadığını ve panelistlerin %93'ünün 9' lu hedonik skalada 6 veya daha yüksek puan verdiklerini bildirmişlerdir.

Filiz (1996) ve Ercoşkun (2006), farklı fermentasyon sürelerine maruz bırakılarak ve ısıtım işlem uygulayarak ürettikleri sucuklarda, fermentasyon süresinin uzatılması ile duyusal özelliklerin geliştiğini bildirmişlerdir. Bu açıdan kısa fermentasyon sürelerinden sonra uygulanan ısıtım işlemle karakteristik özelliklerin yeteri kadar oluşmadığı belirtilmiştir.

5. SONUÇ

Son yıllarda, ülkemizde ısıt işlem uygulanarak ve starter kültür kullanarak yapılan sucuk üretimi yaygın hale gelmiştir. Buna karşın, geleneksel sucuk üretimi son yıllarda düşüş göstermiştir. Isıt işlem uygulanan sucuklarda mikrobiyel açıdan güvenilir, arzu edilen kalıcı renkte ve tekstürde ürün elde edilebilmektedir. Bu tip üretimde firmalar üretim süresi kısalttığı ve mikrobiyel bozulma riski azaldığı için daha ekonomik ürünler elde etmektedirler.

Geleneksel olarak üretilen sucuklarda nem miktarı ısıt işlem uygulanan sucuklara göre daha düşük olmuştur. Her iki üretim yönteminde, üretim süresince nem miktarında ve a_w değerinde azalma görülmüştür. a_w değeri sucuklarda pH değerinin düşmesi ve ısıt işlem uygulanması ile proteinlerin su tutma özelliklerinde görülen düşmeye bağlı olarak değişmiştir. Nem miktarında görülen düşüş yapıda bulunan diğer bileşenlerden protein, yağ ve kül miktarlarında artışlara neden olmuştur. Elde edilen son ürünlerde geleneksel üretilen sucuklar ısıt işlem uygulanan sucuklara göre daha düşük nem miktarına ve daha yüksek protein, yağ ve kül miktarına sahip olmuştur. Depolama süresince tüm sucuk gruplarında nem miktarında az da olsa bir düşme, protein ve yağ miktarlarında artış olmuştur.

Fermentasyon sırasında mikrobiyel faaliyetle birlikte pH değerinde düşme görülmüştür. pH düşüşünde starter kültür kullanımının etkisi önemli olmuş ve pH değeri starter içeren gruplarda daha düşük bulunmuştur. Geleneksel üretimde kurutma süresince ve ısıt işlem uygulaması sonrası pH değerlerinde artış görülmüştür. Bu artışta proteolitik aktivite sonrası amonyak ve amin gibi bazik bileşiklerin artış göstermesi, ısıt işlemle proteinlerin denatüre olarak asitleri tamponlaması etkili olmaktadır.

Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda L^* , a^* ve b^* değerleri ısıt işlem uygulanan sucuklardaki L^* , a^* ve b^* değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Isıt işlem uygulamasıyla sucukların L^* , a^* ve b^* değeri artmıştır. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda fermentasyon sonrası kurutma ile parlaklıkta azalma, renkte koyulaşma (koyu kırmızı-kahve renk oluşumu) görülmüştür. Starter kültür kullanımının etkisi üretimde sadece a^* değerinde görülmüştür. Depolama süresince L^* , a^* ve b^* değerleri her iki üretim yönteminde düşme

göstermiştir.

Üretim süresince tüm sucuk gruplarında lipolitik aktivite ile SYA değeri artış göstermiştir. SYA değerinin artışında starter kültürün etkisi görülmemiştir. Isıl işlem uygulaması ile elde edilen son üründe SYA değeri geleneksel üretilen sucuklara göre daha düşük bulunmuştur. Depolama süresince SYA değeri tüm sucuk gruplarında artış göstermiştir.

Her iki üretim yönteminde TBA değeri üretim ve depolama süresince artış göstermiştir. Isıl işlem uygulaması lipid oksidasyonunu katalize etmiştir ve buna bağlı olarak TBA değerleri artmıştır. Böylece ısıl işlem uygulanan sucukların TBA değerleri geleneksel yöntemle üretilen sucuklardan daha fazla olmuştur.

Sucuklarda üretim ve depolama süresince tekli ve çoklu tekli doymamış yağ asitlerinde azalma, doymuş yağ asitlerinin miktarlarında artış görülmüştür. Üretimde ısıl işlem uygulaması sonrasında bu etkinin arttığı, yani daha fazla miktarda doymuş yağ asitleri ve daha düşük miktarda tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri görülmüştür.

Üretim süresince sucuklarda toplam karbonil miktarında artış görülürken, –SH miktarında azalma görülmüştür. Isıl işlem uygulaması toplam karbonil miktarını artırmışken –SH miktarını düşürmüştür. Isıl işlem uygulaması protein oksidasyonunun artmasına neden olmuştur. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda toplam karbonil ve –SH miktarı ısıl işlem uygulanan sucuklardan daha fazla olmuştur. Depolama süresince toplam karbonil 30. güne kadar artmış ve sonra düşüş göstermişken –SH miktarı azalmaya devam etmiştir.

Üretim ve depolama süresince enzimatik ve mikrobiyel faaliyetlere bağlı olarak NPN miktarı artış göstermişken, protein çözünürlüğü azalma göstermiştir. Starter kültür kullanımı NPN miktarında önemli artışa neden olmuştur. Isıl işlem uygulaması ile NPN miktarında görülen artış oranı azalmıştır. Bu yüzden geleneksel üretilen sucuklarda NPN miktarı ısıl işlem uygulanan sucuklardan daha fazla olmuştur. Toplam protein çözünürlüğü sucuklarda, üretim ve depolama süresince azalmıştır. Üretim süresince pH değerinde görülen düşüş ve protein yapısının değişmesi, yine ısıl işlem uygulanması ile endojen ve ekzojen enzimlerin

yapılarında bozulma olması ile protein çözünürlüğü azalma göstermiştir.

Sucuk sarkoplazmik proteinlerinde değişmelerin çoğu üretim süresince gerçekleşmiştir. 118, 92, 90, 85, 38, 28 kDa moleköl ağırlığındaki protein bantları kontrol ve starter içeren sucuklarda fermentasyon süresince parçalanarak kaybolmuşlardır. 36-34 kDa'luk protein bantları gerek üretim gerekse depolama süresince parçalanmaya devam etmişler ve bant yoğunluklarında azalma olmuştur. 24, 22, 20,1kDa'luk protein bantları fermentasyon süresince parçalanmışlar ve bant yoğunlukları azalma göstermiştir. 55kDa (kreatin kinaz) ve 16 kDa (myoglobin) proteinlerinin bant yoğunlukları fermentasyon süresince azalmıştır. Starter kültür kullanılan sucuklarda kontrol gruplarından farklı olarak 24 ve 14 kDa protein bantlarının ortaya çıktığı görölmüştür. Isıl işlem uygulanan sucuklarda ısıl işlem öncesinde, fermentasyon süresince geleneksel olarak üretilen sucuklardakine benzer bant yapıları ortaya çıkmıştır. Isıl işlem uygulamasından sonra ise 66, 55, 32 ve 28 kDa protein bantlarının yoğunluklarının azaldığı görölmüştür. Depolama süresince kontrol grubunda bu bantların yoğunlukları düşme göstermişken starter kültür kullanılan sucuklarda artış göstermiştir. Bu ise ısıl işlem uygulamasının etkisinin kontrol grubuna göre starter kullanılan grupta daha etkili olduğunu ve protein çözünürlüğindeki düşmenin starter kullanılan grupta daha fazla olduğunu göstermiştir.

Geleneksel olarak üretilen sucuk miyofibriler proteinlerinde aşığıdaki değişmeler belirlenmiştir:

Üretim süresince 200, 90, 45, 38 ve 35 kDa protein bantlarında belirgin değişmeler meydana gelmiştir. Miyosin ağır zinciri (200kDa) kontrol grubu sucuklarda fermentasyon süresince azalmış ve üretimin 9. gününde kaybolmuştur. Starter içeren sucuklarda ise bu bant üretimin 4. gününde parçalanarak kaybolmuştur. Starter kültür kullanımı ile miyofibriler proteinlerden 200 kDa miyosin ağır zinciri kontrol grubuna göre daha önce parçalanma göstermiştir. 90 kDa protein bandı starter içeren sucuklarda tamamen parçalanmışken kontrol grubunda parçalanamamıştır. Yine aktin (~45kDa) bandı sucuklarda fermentasyonla birlikte parçalanmıştır. Tropomyosinler (T1: 38 kDa, T2: 30 kDa) üretim süresince parçalanmış ve bant yoğunlukları azalmıştır. 97, 66 ve 38 kDa protein bantları üretim ve depolama süresince

sucuklarda artış göstermiştir. Myosin hafif zincirleri (MLC1: 24 kDa ve MLC2: 20kDa) fermentasyon ve kuruma süresince sucuklarda parçalanmış ve kaybolmuştur. Isıl işlem uygulaması ile tüm protein bantlarının yoğunluklarında hafif bir azalma olmuştur. Kontrol sucuklarında 100 ve 66 kDa protein bantlarında ve starterli sucuklarda 100, 66, 38 ve 35 kDa protein bantlarında ısıl işlemin etkisi önemli olmamıştır. Kontrol grubunda tropomiyosinler ısıl işlemle birlikte tamamen parçalanıp kaybolmuşken starterli grupta bu değişme olmamıştır. Isıl işlemin asıl etkisi kas ve mikrobiyel proteaz enzimleri üzerine olmuştur.

Geleneksel ve ısıl işlem uygulanan sucuk gruplarında fermentasyon süresince (ilk 4 gün) TMAB, LAB, Mikrokok-stafilokok sayısında artış, ve Koliform grubu sayısında azalma olmuştur. Geleneksel üretimde kurutma süresince ortamda asit karakterde metabolitlerin yoğunluğunun artışına bağlı olarak TMAB, LAB, mikrokok-stafilokok ve Koliform grubu yükünde azalma görülmüştür. Üretim sonunda ortamda Koliform grup sayım sonuçları <10 bulunmuştur. Isıl işlem uygulaması ile TMAB sayısında yaklaşık 1 logaritmik birim, LAB sayısında yaklaşık 2 logaritmik düzeyde azalma görülmüş olup, Koliform grubu yükü 10'un altına düşmüştür. Depolama süresince tüm mikrobiyel yük geleneksel yöntemle üretilen ve ısıl işlem görmüş sucuklarda azalma göstermeye devam etmiştir. Isıl işlem uygulanan sucuklarda mikrobiyel yük daha düşük bulunmuştur.

Geleneksel yöntemle ve ısıl işlem uygulanarak üretilen sucukların çiğ ve pişmiş olarak duyuşal değeriendirilmesi sonucunda geleneksel yöntemle üretilen sucuklar, ısıl işlem uygulanan sucuklara göre daha fazla beğenilmiş ve kalite kriterleri daha fazla puan almıştır. Yine starter kültür kullanılan sucuklar kontrol sucuklarına göre daha fazla beğenilmiştir. Panelistler geleneksel olarak üretilen ve starter kullanılan sucuklarda Türk sucuğuna özgü tat, koku, renk ve tekstürün oluştuğunu ve bu özelliklerin de tüketici beklentilerini karşıladığını bildirmişlerdir.

Ülkemizdeki et işletmelerinde geleneksel ve ısıl işlem uygulaması ile sucuk üretimi yapılmaktadır. Bu çalışmada geleneksel yöntemle ve ısıl işlem uygulanarak, starter ve starter içermeyen sucuklar üretilmiştir. Her iki üretim yönteminin avantajları ve dezavantajları mikrobiyolojik, lipolitik, proteolitik, oksidatif ve duyuşal yönlerden değeriendirilmiştir.

Geleneksel yöntemle ve ısıtım işlem uygulanarak üretilen sucuklarda, starter kültür kullanımı mikrobiyolojik yönden daha stabil ürün eldesine neden olmuştur.

Isıtım işlem uygulanarak üretilen sucuklarda geleneksel yöntemle üretilen sucuklardan farklı olarak duyuusal yönden yeterince aroma gelişiminin oluşmadığı sonucuna varılmıştır.

Isıtım işlem uygulamasının lipid ve protein oksidasyonunu hızlandırdığı ortaya konulmuştur. Bundan dolayı ısıtım işlem uygulanmış sucukların depolanma stabilitesi daha kötü olmuştur.

Et ve et ürünlerinde oksidasyon reaksiyonları ile ilgili yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu genellikle lipidleri kapsamaktadır. Bu çalışmada etin önemli bir bileşeni olan ve besleyici değeri yüksek olan proteinlerde meydana gelen oksidasyon düzeyi belirlenmiştir. Elde edilen veriler, daha sonra yapılacak bilimsel çalışmalarda kaynak olarak kullanılabilmesi bakımından önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Alperden, İ. ve Nazlı, B. 1998. Gıda teknolojisinde starter kültürlerin önemi. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 15, 97-108.
- Alperden, İ. ve Özay, G. 1993. Fermentation Technologies in Food Production. Nato-Tu-Fermentech. Final Project Report. TÜBİTAK, Marmara Research Center, Food and Refrigeration Technology Department.
- Anar, Ş. 1997. Fermente et ürünlerinde kullanılan starter kültürler ve başlıca fonksiyonları. Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 1, 155-164.
- Anonim. 2007 Sucuk Benzeri Et Ürünü: Isıl İşlem Görmüş Sucuk, TS 13297. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim. 1997. Türk Sucuğu TS 1070. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim. 2000. Türk Gıda Kodeksi, Et ürünleri Tebliği (Tebliğ no: 2000/4), Resmi Gazete, Ankara.
- Anonim. 1998. Gıda Mikrobiyolojisi, Merck, Orkim Ltd. Şti., 68 sayfa.
- Anonymous. 1987. Standard Methods for analysis of Oils, Fats and derivatives, 7th edition, Blackwell Scientific, Oxford. 1987. IUPAC Method, No. 2301.
- Anonymous. 2000. Official Methods of Analysis. Horwitz, W. (Ed.), 17th ed., Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.
- Ansorena, D., De Pena, M. P., Astiasaran, I. and Bello, J. 1997. Colour evaluation of chorizo de Pamplona a Spanish dry fermented sausage: Comparison between the CIE L*, a*, b* and the Hunter L*, a*, b* Systems with illuminants D65 and C. Meat Science, 46(4), 313-318.
- Astiasaran, I., Villanueva, R. and Bello, J. 1990. Analysis of proteolysis and protein solubility during the manufacture of some varieties of dry sausage. Meat Science, 28, 111-117.
- Berdague, J. L., Monteil, P., Montel, M.C. and Talon, R. 1993. Effects of starter cultures on the formation of flavor compounds in dry sausage. Meat Science, 35, 275-287.
- Bersani, C., Cantoni, C. and D'Aubert, S. 1991. Observation of the coagulase negative staphylococci (CNS) present in dry sausages. Industrie Alimentari, 30, 12-14.
- Berlett, B. S. and Stadtman, E. R. 1997. Protein oxidation in aging disease and oxidative stress. The Journal of Biological Chemistry, 272(33), 20313-20316.
- Blom, H., Hagen, B.F., Pedersen, B.O., Holck, A.L., Axelsson, L. and Naes, H. 1996. Accelerated production of dry fermented sausage. Meat Science, 43, 229-242.
- Bozkurt, H., and Erkmen, O. 2002. Effects of starter cultures and additives on the quality of Turkish style sausage (sucuk). Meat Science, 61, 149-156.
- Brewer, M. S. and Novakofski, J. 1999. Cooking rate, pH, and final endpoint temperature effects on color loss of a lean ground beef model system. Meat Science, 52, 443-451.
- Bruna, J. M., Hierro, E. M., de la Hoz, L., Mottram, D. S., Fernandez, M. and Ordóñez, J. A. 2003. Changes in selected biochemical and sensory parameters as affected by the superficial inoculation of *Penicillium camemberti* on dry fermented sausages. International Journal of Food Microbiology, 2657, 1-15.
- Candoğan, K. 2000. Bacterial starter cultures, aging and fermentation effects on some characteristics of fermented beef sausages. Clemson University, Thesis of Doctor of Philosophy of Food Technology, 108p., Clemson, USA.

- Casaburi, A., M-Conception, A., Cavella, S., Di Monaco, R., Ercolini, D., Toldrá, F. and Villani, F. 2007. Biochemical and sensory characteristics of traditional fermented sausages of Vallo di Diano (Southern Italy) as affected by the use of starter cultures. *Meat Science*, 76, 295-307.
- Chasco, J., Lizaso, G. and Beriain, M. J. 1996. Cured colour development during sausage processing. 1996. *Meat Science*, 44(3), 203-211.
- Chizzolini, R., Novelli, E. and Zanardi, E. 1998. Oxidation in traditional mediterranean meat products. *Meat Science*, 49(1), 87-99.
- Copeland, R. A. 1994. Electrophoretic and chromatographic methods for assigning protein purity in 'm-Methods for protein analysis a practical guide to laboratory protocols' Chapman and Hall, p.59-97, New York.
- Coşkuner, Ö. 2002. Türk sucuğunda lipid oksidasyonuna ve serbest yağ asitleri oluşumuna ısı işlemi etkisi. Yüksek lisans tezi Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 47s., Ankara.
- Davies, K.J.A. and Goldberg, A.L. 1987. Oxygen radicals stimulate intracellular proteolysis and lipid peroxidation by independent mechanisms in erythrocytes. *Journal of Biological Chemistry*, 262, 8220-8226.
- Davies, K. J. A. 1986. Intracellular proteolytic systems may function as secondary antioxidant defenses: An hypothesis. *Free Radical Biology Medicine*, 2, 155-173.
- Dean, R., T., Stocker, R. and Davies, M. J. 1997. Biochemistry and pathology of radical-mediated protein oxidation. *Journal of Biochemistry*, 324, 1-18.
- Decker, E. A., E. A., Xiong, X. L., Calvert, J. T., Crum, A. D. and Blanchard, S. P. 1993. Chemical, physical and functional properties of oxidized turkey white muscle myofibrillar proteins. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 41, 186-189.
- De Masi, T. W., Wardlaw, F. B., Dick, R. L. and Acton, J. C. 1990. Non-protein nitrogen (NPN) and free amino acid contents of dry fermented and non-fermented sausages. *Meat Science*, 27, 1-12.
- Demeyer, D. 1992. Meat fermentation as an integrated process. In *New Technologies for meat and meat products*, ed. F.J.M. Smulders, F. Toldrá, Jose Flores and Miguel, Prieto. *Ecceamst/AUDET tijdschriften*, Nijmegen, The Netherlands, pp. 21-36.
- Demeyer, D., Bloom, H., Hinrichsen, L. Johansson, G., Molly, K., Montel, C., Perez-Martinez, G., Sandtorv, B. F., Talon, R., Verplaetse, A. and VanCleemput, I. 1995. Interaction of lactic acid bacteria with muscle enzymes for safety and quality of fermented meat products. In *Proceedings of Lactic acid Bacteria Conference* (pp. 1-18), Cork, Ireland.
- Demeyer, D., Hoozee, J. and Mesdom H. 1974. Specificity of lipolysis during dry sausage ripening. *Journal of Food Science*, 39, 293-296.
- Diaz, O., Fernandez M., Garcia de Fernando, G. D., de la Hoz, L. and Ordóñez, J. A. 1993. Effect of the addition of Pronase E on the proteolysis of dry fermented sausages. *Meat Science*, 34, 205-218.
- Diaz, O., Fernandez, M., Garcia de Fernando, G. D., de la Hoz, L. and Ordóñez, J. A. 1997. Proteolysis in dry fermented sausages: The effect of selected exogenous proteases. *Meat Science*, 46, 115-128.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metodları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1021, 381s., Ankara.
- Ensoy, Ü. 2004. Hindi sucuğu üretiminde starter kültür kullanımı ve ısı işlemi uygulanmasının ürün karakteristikleri üzerine etkisi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 138 s., Ankara.

- Ercoşkun, H. 2006. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucukların bazı kalite özelliklerine fermentasyon süresinin etkisi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 120s., Ankara.
- Ertaş, A. H. 1979. İki yaşlı yerli kara sığır etinden değişik oranlarda kuyruk yağı ve Farklı starter kullanarak elde edilen sucuklar üzerinde araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Mezbaha Mahsülleri Kürsüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Fadda, S., Sanz, Y., Vignolo, G., Aristoy, M.-C., Oliver, G. and Toldrá, F. 1999a. Hydrolysis of pork muscle sarcoplasmic proteins by *Lactobacillus curvatus* and *Lactobacillus sake*. Applied Environmental Microbiology, 65,578-584.
- Fadda, S., Sanz, Y., Vignolo, G., Aristoy, M.-C., Oliver, G. and Toldrá, F. 1999b. Characterization of muscle sarcoplasmic and myofibrillar protein hydrolysis caused by *Lactobacillus plantarum*. Applied Environmental Microbiology, 65, 3540-3546.
- Fanco, I., Prieto, B., Cruz, J. M., Lopez, M. and Carballo, J. 2002. Study of the biochemical changes during the processing of Androlla, a Spanish dry-cured pork sausage. Food Chemistry, 78, 339-345.
- Farouk, M. M. and Swan, J. E. 1998. Effect of muscle condition before freezing and simulated chemical changes during frozen storage on protein functionality in beef. Meat Science, 50(2), 235-243.
- Faustman, C. and Cassens, R. G. 1990. The biochemical basis for discoloration in fresh meat: a review. Journal of Muscle Foods, 1(3), 217-243.
- Fennema, O. R. 1996. Food Chemistry. 3th edition, Marcel Decker, Inc. 270 Madison Avenue, USA 1069p.
- Fernandez, M., Ordóñez, J. A., Bruna, J. M., Herranz, B. and Hoz, L. 2000. Accelerated ripening of dry fermented sausages. Trends in Food Science and Technology, 11, 201-209.
- Fernandez, M.C. D. and Rodriguez, J. M. Z. 1991. Lipolytic and oxidative changes in 'Chorizo' during ripening. Meat Science, 29, 99-107.
- Filiz, N. 1996. Yüksek ısı uygulaması ile üretilen "Türk sucuklarında" starter kültür kullanımı üzerine araştırmalar. Doktora Tezi. Uludağ Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi ABD, 63s., Bursa.
- Franz, C. M. A.P. and von Holy, A. 1996. Thermotolerance of meat spoilage lactic acid bacteria and their inactivation in vacuum-packaged vienna sausages. International Journal of Food Microbiology, 29, 59-73
- Galgano, F., Favati, F, Schirone, M., Martuscelli, M. and Crudele, M. A. 2003. Influence of indigenous starter cultures on the free fatty acids content during ripening in Artisan sausages produced in the Basilicata Region. Food Technology and Biotechnology, 41(3), 253-258.
- Garcia de Fernando, D. G. and Fox, P. F. 1991. Study of proteolysis during the ripening of a dry fermented pork sausage. Meat Science, 30, 367-383.
- Geileskey, A., King, R. D., Corte, D., Pinto, P. and Ledward, D. A. 1998. The kinetics of cooked meat haemoprotein formation in meat and model system. Meat Science, 48, 189-199.
- Gibbons, J. D. 1976. Non parametric Methods for Quantative Analysis. The University of Alabama, Holt Rinehart and Wiston New York, 456p.
- Giddings, G. G. 1977. The basis of color in muscle foods. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 9(1), 81-114.

- Gornall, A. G., Bardawill, C. J. and David, M. M. 1949. Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *Journal of Biological Chemistry*, 177, 751-766.
- Gök, V. 2006. Antioksidan kullanımının fermente sucukların bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 136p., Ankara.
- Gökalp, H. Y. 1982. Starter kültür kullanılarak Türk tipi sucuk imalinde yöntem geliştirilmesi. TÜBİTAK, VHAG, Proje No: 523, Ankara
- Gökalp, H. Y. 1984. Değişik olgunlaşma sıcaklıklarında farklı starter kültür ilave edilerek Türk tipi sucuk üretiminde metod geliştirilmesi. *Doğa Veteriner ve Hayvancılık Dergisi*, Seri D1, 8(2), 116-128.
- Gökalp, H.Y. and Ockerman, H. W. 1985. Turkish-Style fermented sausage (soudjouk) manufactured by adding: different starter cultures and using different ripening temperatures. I-Growth of total, psychrophilic, proteolytic and lipolytic microorganisms: *Fleischwirtschaft*, 65(10), 1235-1240.
- Gökalp, H. Y. 1986. Residual NO₃, NO₂, carbonyl and TBA values of Turkish soudjouk manufactured by adding different starter cultures and using different ripening temperatures. *Journal of Food Technology*, 21, 615-625.
- Gökalp, H.Y., Yetim, H. ve Kaya, M. 1987. İnsan bünyesine alınan nitrat, nitrit miktarı ve kaynakları, aminler ve çeşitli gıdaların amin içerikleri. *Et ve Balık Endüstrisi Dergisi*, 8 (49), 12-18.
- Gönülalan, Z., Arslan, A. ve Köse, A. 2004. Farklı starter kültür kombinasyonlarının fermente sucuklardaki etkileri. *Türk Journal of Veterinary and Animal Science*, 28, 7-16.
- Gürakan, G. C., Bozoğlu, T. F. and Wiess, N. 1995. Identification of lactobacillus strains from Turkish-style dry fermented sausage. *Lebensmittl-Wissenschaft Unter-Technology*, 28,139.
- Hamm, R. 1960. Biochemistry of meat hydration. *Advances in Food Research*. 10, 355-463.
- Hammes, W. P., Bantleon, A. and Min, S. 1990. Lactic acid bacteria in meat fermentation. *FEMS Microbiological Review*, 87,165-174.
- Hammes, W. P. and Knauf, H. J. 1994. Starters in the processing of meat products. *Meat Science*, 36,155-168.
- Hammes, W.P. and Hertel, C. 1998. New developments in meat starter cultures. *Meat Science*, 49, 125-138.
- Harel, S. and Kanner, J. 1985. Hydrojen peroxide generation in ground muscle tissues. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 33, 5178-5185.
- Hierro, E., de la Hoz, L. and Ordóñez, J. A. 1997. Contribution of microbial and meat endogenous enzymes to the lipolysis of dry fermented sausages. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 45, 2989-2995.
- Hierro, E., de la Hoz, L. and Ordóñez, J. A. 1999. Contribution of the microbial and meat endogenous enzymes to the free amino acid and amine contents of dry fermented sausages. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 47, 1156-1161.
- Hugas, M. and Monfort, J. M. 1997. Bacterial starter cultures for meat fermentation. *Food Chemistry*, 59 (4), 547-554.
- Hultin, H. O. 1994. Oxidation of lipids in seafoods: Chemistry, Technology and Quality. Shahidi, F. and Botta, J.R. (Eds.), Blackie Academic and Professional, pp. 49-74.
- Hughes, M. C., Kerry, J. P., Arendt, E. K., Kenneally, P. M, McSweeney, P. L. H. and O'Neill, E. E. 2002. Characterization of proteolysis during the ripening of semi-dry fermented sausages. *Meat Science*, 62, 205-216.
- Hunt, M. C., Sorheim, O. and Slinde, E. 1999. Color and heat denaturation of myoglobin forms in ground beef. *Journal of Food Science*, 64(5), 847-851.

- Incze, K. 1991. Raw fermented and dried meat products. European Meat Research Workers, 37, 829-841, Kulmbach.
- İçöz, Y., Demir, A., Çeliker, S.A., Kalanlar, Ş., Odabaşı, S. ve Gül, U. 2005. Et ve et ürünleri durum ve tahmin 2004-2005. EEUDT/131/Nisan 2005. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü.
- Jo, C., Ahn, H. J., Son, J. H., Lee, J. W. and Byun, M. W. 2003. Packaging and irradiation effect on lipid oxidation, color, residual nitrite content and nitrosamine in cooked pork sausage. Food Control, 14, 7-12.
- Johansson, G., Berdague, J. L., Larsson, M., Tran, N. and Borch, E. 1994. Lipolysis, proteolysis and formation of volatile components during ripening of a fermented sausage with *Pediococcus pentosaceus* and *Staphylococcus xylosus* as starter cultures. Meat Science, 38, 203-218.
- Johansson, G., Molly, K., Geenen, I. and Demeyer, D. 1996. Lipolysis and proteolysis in meat fermentation. In Proceedings of a workshop at the 42nd international congress on meat science and technology, Lillehammer, Norway.
- Kanner, J. 1994. Oxidative processes in meat and meat products. Meat Science, 36, 169-189.
- Kanner, J. and Karel, M. 1976. Changes in lysozyme due to reactions with peroxidizing methyl linoleate in a dehydrated model system. Journal of Agricultural Food Chemistry, 24, 468-472.
- Karel, M., Schaich, K. and Roy, R., B. 1975. Interaction of peroxidizing methyl linoleate with some proteins and amino acids. Journal of Agricultural Food Chemistry, 23(2), 159-163.
- Kaya, M. 1992. Sucuk üretim teknolojisinde değişik nitrit dozlarının ve farklı starter kültür kullanımının *Listeria monocytogenes*'in çoğalımı üzerine etkisi ve sucuğun diğer bazı kalitatif kriterleri. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 127s., Erzurum.
- Keller, J. E. and Acton, J.C. 1974. Properties of fermented, semidry turkey sausage during production with lyophilized and frozen concentrates of *Pediococcus cerevisiae*. Journal of Food Science, 39, 836-840.
- Khayat, A. and Schwall, D. 1983. Lipid Oxidation in Seafood. Food Technology, 7, 130-139.
- Klement, J. T., Cassens, R. G. and Fenema, O. R. 1973. The association of protein solubility with physical properties in a fermented sausage. Journal of Food Science, 38, 1128-1131.
- Klement, J. T., Cassens, R. G. and Fenema, O. R. 1974. The effect of bacterial fermentation on protein solubility in a sausage model system. Journal of Food Science, 39, 833-835.
- Koohmaraie, M. 1994. Muscle proteinases and meat aging. Meat Science, 36, 93-98.
- Laemmli, U. K. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature, 227, 680-685.
- Levine, R. L., Gorland, D. J., Oliver, C. N., Amici, A., Climent, I., Lenz, A. G., Ahn, B. W., Shaltiel, S. and Stadtman, E. R. 1990. Determination of carbonyl content in oxidatively modified proteins. Methods of Enzymology, 186, 464-477.
- Liu, G., Xiong, Y. L. and Butterfield, D. D. 2000. Chemical, physical and gel forming properties of oxidized myofibrils and whey and soy protein isolates. Food Science, 65(5), 811-818.
- Lizaso, G., Chasco, J. and Beriain, M. J. 1999. Microbial and biochemical changes during ripening of salchichon, a Spanish dry cured sausage. Food Microbiology, 16, 219-228.

- Lois, A. L., Gutierrez, L. M., Zumalacarregui, J. M. and Lopez, A. 1987. Changes in several constituents during the ripening of Chorizo' a Spanish dry sausage. *Meat Science*, 19, 169-177.
- Lorenzo, J. M., Michinel, M., Lopez, M. and Carballo, J. 2000. Biochemical characteristics of two Spanish traditional dry-cured sausage varieties: Androlla and Botillo. *Journal of Food Composition and Analysis*, 13, 809-817.
- Martinaud, A., Mercier, T., Marinova, P., Tassy, C., Gatellier, P. and Renerre, M. 1997. Comparison of oxidative processes on myofibrillar proteins from beef during maturation and by different model oxidation systems. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 45, 2481-2487.
- Mauriello, G., Casaburi, A. and Villani, F. 2002. Proteolytic activity of *Staphylococcus xylosus* strains on pork myofibrillar and sarcoplasmic proteins and use of selected strains in the production of 'Naples type' salami. *Journal of Applied Microbiology*, 92, 482-490.
- Mecocci, P., Fano, G., Fulle, S., MacGarvay, Y., Shinobu, L., Polidori, M. C., Cherubini, A., Vecchiet, J., Senin, U. and Beal, M. F. 1999. Age-dependent increases in oxidative damage to dna, lipids and proteins in human skeletal muscle. *Free Radical Biology Medicine*, 26 (3/4), 303-308.
- Mercier, Y., Gatellier, P., Viau, M., Remignon, H. and Renerre, M. 1998. Effect of dietary fat and vitamin E on colour stability and on lipid and protein oxidation in turkey meat during storage. *Meat Science*, 48 (3/4), 301-318.
- Mercier, Y., Gatellier, Vincent, A. and Renerre, M. 2001. Lipid and protein oxidation in microsomal fraction from turkeys: influence of dietary fat and vitamin E supplementation. *Meat Science*, 58, 125-134.
- Meucci, E., Mordente, A. and Martoranai, G. E. 1991. Metal-catalyzed oxidation of human serum albumin: conformational and functional changes. *Journal of Biological Chemistry*, 266, 4692-4699.
- Mihalyi V. and Körmendy, L. 1967. Changes in protein solubility and associated properties during the ripening of Hungarian dry sausages. *Food Technology*, 21, 1398-1402.
- Molly, K., Demeyer, D., Civera, T. and Verplaetse, A. 1996. Lipolysis in a Belgian sausage: Relative importance of endogenous and bacterial enzymes. *Meat Science*, 43(3/4), 235-244.
- Molly, K. Demeyer, D. Johansson, G., Raemaekers, M., Ghistelink, M. and Geenen, I. 1997. The importance of meat enzymes in ripening and flavour generation in dry fermented sausages. First Results of European project. *Food Chemistry*, 59, 539-545.
- Montel, M. C. 1999. Fermented Foods: Fermented Meat Products, Academic Press Encyclopedia of Food Microbiology, 1-10.
- Montel M. C., Masson, F. and Talon, R. 1998. Bacterial role in flavour development. *Meat Science*, 49 (Supplement 1), s11-s23.
- Montel, M. C., Talon, R., Berdagué, J. L. and Cantonnet, M. 1993. Effects of starter cultures on the biochemical characteristics of French dry sausages. *Meat Science*, 35(2), 229-240.
- Morrissey, P. A., Sheehy, P. J., Galvin, K., Kerry, J.P. and Buckley, D. J. 1998. Lipid stability in meat and meat products. *Meat Science*, 49, S73-S86
- Naes, H., Holck, A. L., Axelsson, L., Anderson, H. J. and Blom, H. 1995. Accelerated ripening of dry fermented sausage by addition of a *Lactobacillus* proteinase. *International Journal of Food Science and Technology*, 29, 651-659.

- Navarro, J. L., Nadal, M. I., Izquierdo, L. and Flores, J. 1997. Lipolysis in dry cured sausages as affected by processing conditions. *Meat Science*, 45(2), 161-168.
- Nazlı, B. 1998. Researches on the ripening of Turkish Fermented Sausage using a local starter culture combination. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 22, 393-397.
- Neuzil, J., Gebicki, J. M. and Stacker, R. 1993. Radical-induced chain oxidation of proteins and its inhibition by chain-breaking antioxidants. *Journal of Biochemistry*. 293, 601-606.
- Nychas, G. J. E. and Arkoudelos, J. S. 1990. Staphylococci: their role in fermented sausage. *Journal of Applied Bacteriology Symposium Supplement*, 167-188.
- Ordóñez, J.A., Hierro, E. M., Bruna, J. and Hoz, L. 1999. Changes in the components of dry-fermented sausages during ripening. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 39(4), 329-367.
- Osborn, H. M., Brown, H., Adams, J. B. and Ledward, D. A. 2003. High temperature reduction of metmyoglobin in aqueous muscle extracts. *Meat Science*, 65, 631-637.
- Özdemir, H. 1999. Türk fermente sucuğunun florasındaki dominant laktobasil türlerinin sucuğun organoleptik nitelikleri ile ilişkisi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 46, 189-199.
- Papadima, S. N. and Bloukas, J. G. 1999. Effect of fat level and storage conditions on quality characteristics of traditional Greek sausages. *Meat Science*, 51, 103-113.
- Perez-Alvarez J. A., Sayas-Barbera E., Fernandez-Lopez J. and Aranda-Catala, V. 1999. Physicochemical characteristics of Spanish-type dry-cured sausage. *Food Research International*, 32, 599-607.
- Quali, A. 1992. Proteolytic and physiological mechanisms involved in meat texture development. *Biochimie*, 74, 251.
- Renner, M. 1990. Review: Factors involved in the discoloration of beef meat. *International Journal of Food Science and Technology*, 25, 613-630.
- Rodriguez, M., Nunez, F., Cordoba, J. J., Bermudez, M. E. and Asensio, M. A. 1998. Evaluation of proteolytic activity of microorganisms isolated from dry cured ham. *Journal of Applied Microbiology*, 85, 905-912.
- Salgado, A., Garcia Fontan, M. C., Franco, I., Lopez, M. and Carballo, J. 2005. Biochemical changes during the ripening of Chorizo de cebolla, a Spanish traditional sausage. Effect of the system of manufacture (homemade or industrial). *Food Chemistry*, 92,3, 413-424.
- Samelis, J., Aggelis, G. and Metaxopoulos, J. 1993. Lipolytic and microbial changes during the natural fermentation and ripening of Greek dry sausages. *Meat Science*, 35, 371-385.
- Santos, N. N., Santos-Mendonça, R. C., Sanz, Y., Bolumar, T., Aristoy, M.-C. and Toldrá F. 2001. Hydrolysis of pork muscle sarcoplasmic proteins by *Debaryomyces hansenii*. *International Journal of Food Microbiology*, 68, 199-206.
- Sanz, Y. and Toldrá, F. 1997a. Purification and characterization of an aminopeptidase from *Lactobacillus sake*. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 45, 1552-1558.
- Sanz, Y. and Toldrá, F. 1997b. Aminopeptidase activities from *Lactobacillus sake* in models of curing ingredients and processing conditions for dry sausage. *Journal of Food Science*, 62(6), 1211-1213.

- Sanz, Y., Fadda, S. Vignolo, G. Aristoy, M.-C. Oliver, G. and Toldrá, F. 1999a. Muscle myofibrillar proteins as substrates for *Lactobacillus curvatus* and *Lactobacillus sake*. *International Journal of Food Microbiology*, 53, 115-125.
- Sanz, Y., Fadda, S. Vignolo, G. Aristoy, M.-C. Oliver, G. and Toldrá, F. 1999b. Hydrolytic action of *Lactobacillus casei* CRL 705 on pork muscle sarkoplazmic and myofibrillar proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 3441-3448.
- Scannell, A. G. M., Kenneally, P. M. and Arendt, E. K. 2004. Contribution of starter cultures to the proteolytic process of a fermented non-dried whole muscle ham product. *Meat Science*, 93, 219-230.
- Schaich, K.M. and Karel, M. 1975. Free radicals in lipozyme reacted with peroxidizing methyl linoleate. *Journal of Food Science*, 40, 456-460.
- Seager, M. S., Banks, J. G., Blackburn, C. and Board, R. G. 1986. A taxonomic study of *Staphylococcus* ssp. Isolated from fermented sausages. *Journal of Food Protection*, 51, 295-297.
- Selgas, M. D., Sanz, B. and Ordóñez, J. A. 1986. Selection of micrococci stains for their use as a starter culture for dry fermented sausages. *Proceeding 32nd European Meeting Meat Research Work Gent*. 251.
- Soyer, A. and Hultin, H. O. 2000. Kinetics of oxidation of the lipids and proteins of od sarcoplasmic reticulum. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 6, 2127-2134.
- Soyer, A., Ertas, A. H. and Üzümcüoğlu, Ü. 2005. Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (sucuks). *Meat Science*, 69 (1), 135-141.
- Srinivasan, S. and Hultin, H. O. 1995. Hydroxyl radical modification of fish muscle proteins. *Journal of Food Biochemistry*.18, 405-425.
- Stadtman, E. R. 1990. Metal-ion-catalysed oxidation of proteins: Biochemical mechanism and biological consequences. *Free Radical Biology and Medicine*, 8, 315-325.
- Tarladgis, B. G., Pearson, A. M. and Dugan, L. R. J. 1964. Chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods II Formation of the TBA-malonaldehyde complex without acid-heat treatment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 15, 602-607.
- Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T. and Dugan, L. R. J. 1960. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 37, 44-48.
- Tayar, M. 1989. Yerli sucuklarımızın pastörize olarak üretilmeleri üzerine bir araştırma. Doktora tezi Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 78s., Bursa,
- Tayar, M. 1994. Türk sucuğuna uygulanan ısı işlemlerinin kaliteye etkisi. *Gıda*, 19 (1), 17-21.
- Tian, L., Cal, Q. and Wei, H. 1998. Alterations of antioxidant enzymes and oxidative damage to macromolecules in different organs of rats during aging. *Free Radical Biology and Medicine*, 24(9), 1477-1484.
- Toldrá, F. and Etherington, D. J. 1988 Examination of cathepsins B, D, H and L activities in dry-cured hams. *Meat Science*, 23, 1-7.
- Toldrá, F., Miralles, M. C. and Flores, J. 1992. Protein extractibility in dry-cured ham. *Food Chemistry*, 44,391-394.
- Toldrá, F., Rico, E. and Flores, J. 1993. Cathepsin B, D, H and L activities in the processing of dry-cured ham. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 62, 157 161.

- Toldrá, F. and Flores, M. 1998. The role of muscle proteases and lipases in flavor development during the processing of dry-cured ham. *CRC Critical Reviews in Food Science*, 38, 331-352.
- Toldrá, F. 1998. Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products. *Meat Science*, 49, s101-s110.
- Trout, G. R. 1989. Variations in myoglobin denaturation and color of cooked beef, pork and turkey meat as influenced by pH, sodium chloride, sodium triphosphate and cooking temperature. *Journal of Food Science*, 54(1), 536-544.
- Uytterhaegen, L., Claeys, E. and Demeyer, D. 1994. Effects of exogenous protease effectors on beef tenderness development and myofibrillar degradation and solubility. *Journal of Animal Science*, 72, 1209-1223.
- Üren, A. and Babayiğit, D. 1996. Determination of Turkish-type fermented sausage colour by a reflectance method. *Food Chemistry*, 57(4), 561-567.
- Üren, A. and Babayiğit, D. 1997. Colour parameters of Turkish-type fermented sausage during fermentation and ripening. *Meat Science*, 45(4), 539-549.
- Verplaetse, A., De Bosschere, M. and Demeyer, D. 1989. Proteolysis during dry sausage ripening. In *Proceedings 35th international congress on meat science and technology*, Copenhagen, Denmark.
- Verplaetse, A., Demeyer, D., Gerard, S. and Buys, E. 1992. Endogenous and bacterial proteolysis in dry sausage fermentation. In *Proceedings 38th international congress on meat science and technology*, Clermont-Ferrand, France.
- Verplaetse, F. 1994. Influence of raw meat properties and processing technology on aroma quality of raw fermented meat products. *Proc. Intl. Cong. Meat Science and Technology*, 40, 45-65.
- Vural, H. 1992. Türk fermente sucuk üretiminde starter kültür kullanımı üzerine araştırmalar. Hacettepe Üniversitesi, Doktora Tezi.
- Vural, H. 1998. The use of commercial starter cultures in the production of Turkish semi-dry fermented sausages. *Food Science and Technology*, 207, 410-412.
- Vural, H. ve Öztan, A. 1992a. Türk sucuklarında ticari starter kültür kullanımı üzerine araştırmalar. I. pH, titrasyon, asitliği, nem, su aktivitesi, nitrosomyoglobin dönüşüm oranı. *Gıda*, 17(1), 53-60.
- Vural, H. ve Öztan, A. 1992b. Türk sucuklarında ticari starter kültür kullanımı üzerine araştırmalar. II. duyu ve mikrobiyolojik analizler. *Gıda*, 17 (5), 335-340.
- Vural, H. ve Öztan, A. 1996. Et ve Ürünleri Kalite Kontrol Laboratuvarı Uygulama Klavuzu. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayın no: 36, 236s.
- Wardlaw, F. B., Skelley, G. C., Johnjon, M. G. and Acton, J. C. 1973. Changes in meat components during fermentation, heat processing and drying of a summer sausage. *Journal of Food Science*, 38, 1228-1231.
- Winner, B. J. 1971. *Statistical Principles in Experimental Design*. Mc. Grawhill Book Company, New York, USA.
- Wirth, F. 1979. The present stage of development in the manufacture of canned meats. *Fleischwirtschaft*, 59(4), 536-541.
- Wirth, F. 1990. Salting and curing of Kochwurst and cooked cured products. *Fleischwirtschaft*, 1, 42-50.
- Wu, W. H., Rule, D. C., Busboom, J.R., Field, R. A. and Ray, B. 1991. Starter culture and time/temperature of storage influences on quality of fermented mutton sausage. *Journal of Food Science*, 56, 4, 916-919, 925.

- Zaika, L. L., Zell, T.E., Smith, J.L., Palumbo, S.A. and Kissinger, J.C. 1976. The role of nitrite and nitrate in lebanon bologna, a fermented sausages: *Journal of Food Science*, 41, 1457-1460.
- Zalacain, I., Zapelena, M., J., Astiasaran, I. and Bello, J. 1995. Dry fermented sausages elaborated with lipase from *Candida clindracea*. Comparison with traditional formulations. *Meat Science*, 40, 55-61.
- Zalacain, I., Zapelena, M. J., Astiasaran, I. and Bello, J. 1996. Addition of lipase from *Candida cylindracea* to a traditional formulation of a dry fermented sausage. *Meat Science*, 42(2), 155-163.
- Zanardi, E., Novelli, E., Ghiretti, G.P., Dorigoni, V. and Chizzolini, R. 1999. Colour stability and vitamin E content of fresh and processed pork. *Food Chemistry*, 67, 163–171.
- Zanardi, E., Novelli, E., Ghiretti, G. P. and Chizzolini, R. 2000. Oxidative stability of lipids and cholesterol in salame Milano, copa and Parma ham: dietary supplementation with vitamin E and oleic acid. *Meat Science*, 55, 169–175.
- Zanardi, E., Dorigoni, V., Badiani, A. and Chizzolini, R. 2002. Lipid and colour stability of Milano-type sausages: effect of packing conditions. *Meat Science*, 61, 7-14.
- Zanardi, E., Ghidini, S., Battaglia, A. and Chizzolini, R. 2004. Lipolysis and lipid oxidation in fermented sausages depending on different processing conditions and different antioxidants. *Meat Science*, 66, 415-423.
- Zapelena, M. J., Zalacain, I., De Pena, M. P., Astiasaran, I. and Bello, J. 1997. Addition of a neutral proteinase from *Bacillus subtilis* (Neutrase) together with a starter to a dry fermented sausage elaboration and its effects on the amino acid profiles and the flavor development. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 472–475.
- Zhu, L. G. and Brewer, M. S. 2002. Effects of pH and temperature on metmyoglobin solubility in a model system. *Meat Science*, 61, 419-424.
- Zirlin, A. and Karel, M. 1969. Oxidation effects in a freeze-dried gelatin-methyl linoleate system. *Journal of Food Science*, 34,160–164.

EKLER

EK 1. iğ ve Pişmiş Sucuk Değerlendirme formları

EK 2. Araştırma verilerinin varyans analiz sonuçları

EK 1. Çiğ ve Pişmiş Sucuk Değerlendirme formları

EK 2. Araştırma verilerinin varyans analiz sonuçları

Çizelge 3. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen nem miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	3,23	1,04
Starter	1	16,50	10,61**
Süre	4	1808,58	290,61**
Starter x süre	4	8,23	1,32
Hata	18	28,0	
Toplam	29	1864,54	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen nem miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	3,425	0,89
Starter	1	20,944	10,86**
Süre	3	222,674	38,47**
Starter x süre	3	4,210	0,73
Hata	14	27,011	
Toplam	23	278,263	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 5. Sucuklarda depolama süresince belirlenen nem miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	5,064	3,04
Üretim	1	1478,742	1776,87
Starter	1	62,883	75,56
Depolama süresi	3	44,143	17,68
Üretim x starter	1	20,646	24,81
Üretim x depolama süresi	3	17,048	6,83
Starter x depolama süresi	3	62,637	25,09
Üretim x starter x depolama süresi	3	8,663	3,47*
Hata	30	24,966	
Toplam	47	1724,793	

* p<0.05 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 6. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen protein miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	2,06	0,51
Starter	1	13,886	6,85*
Süre	4	348,954	43,03**
Starter x süre	4	6,284	0,77
Hata	18	36,491	
Toplam	29	407,674	

* p<0.05 düzeyinde önemlidir.

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 7. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen protein miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	6,175	1,61
Starter	1	8,202	4,28
Süre	3	126,254	21,97**
Starter x süre	3	6,272	1,09
Hata	14	26,816	
Toplam	23	173,718	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 8. Sucuklarda depolama süresince belirlenen protein miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	13,968	8,35**
Üretim	1	191,400	228,79**
Starter	1	6,549	7,83
Depolama süresi	3	8,986	3,58
Üretim x starter	1	0,01	0,00
Üretim x depolama süresi	3	5,999	2,39
Starter x depolama süresi	3	5,626	2,24
Üretim x starter x depolama süresi	3	8,931	3,56*
Hata	30	25,097	
Toplam	47	266,558	

* p<0.05 düzeyinde önemlidir.

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 9. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen yağ miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	18,625	3,83
Starter	1	3,96	1,63
Süre	4	747,338	76,87**
Starter x süre	4	6,161	0,63
Hata	18	43,747	
Toplam	29	819,831	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 10. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen yağ miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	6,013	1,06
Starter	1	8,857	3,14
Süre	3	41,470	4,89**
Starter x süre	3	11,914	1,41
Hata	14	39,541	
Toplam	23	107,795	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 11. Sucuklarda depolama süresince belirlenen yağ miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	4,489	0,87
Üretim	1	333,907	128,69**
Starter	1	0,924	0,36
Depolama süresi	3	94,448	12,13**
Üretim x starter	1	7,069	2,72
Üretim x depolama süresi	3	54,888	7,05**
Starter x depolama süresi	3	14,873	1,91
Üretim x starter x depolama süresi	3	4,888	0,63
Hata	30	77,837	
Toplam	47	593,323	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 12. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen pH değeri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	0,02517	3,32
Starter	1	0,00108	0,28
Süre	4	6,34675	418,16
Starter x süre	4	0,05489	3,62*
Hata	18	0,06830	
Toplam	29		

* $p < 0,05$ düzeyinde önemlidir.

Çizelge 13. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen pH değeri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	0,05406	6,76
Starter	1	0,00602	1,51
Süre	3	5,82853	486,22**
Starter x süre	3	0,02778	2,32
Hata	14	0,05594	
Toplam	23	5,97233	

** $p < 0,01$ düzeyinde önemlidir.

Çizelge 14. Sucuklarda depolama süresince belirlenen pH değeri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	0,028804	2,46
Üretim	1	0,003502	0,60
Starter	1	0,214669	36,69
Depolama süresi	3	0,041823	2,38
Üretim x starter	1	0,003169	0,54
Üretim x depolama süresi	3	0,013940	0,79
Starter x depolama süresi	3	0,051440	2,93
Üretim x starter x depolama süresi	3	0,057973	3,30*
Hata	30	0,175529	
Toplam	47	0,590848	

* $p < 0,05$ düzeyinde önemlidir.

Çizelge 15. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen a_w değeri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	$1,01 \times 10^5$	0,06
Starter	1	$18,25 \times 10^5$	2,10
Süre	4	$1370,72 \times 10^5$	39,49**
Starter x süre	4	$29,81 \times 10^5$	0,86
Hata	18	$156,19 \times 10^5$	
Toplam	29	$1575,99 \times 10^5$	

** $p < 0,01$ düzeyinde önemlidir.

Çizelge 16. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen a_w değeri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	$1,1111 \times 10^4$	0,52
Starter	1	$2,282 \times 10^4$	2,12
Süre	3	$36,432 \times 10^4$	11,27**
Starter x süre	3	$1,405 \times 10^4$	0,43
Hata	14	$15,089 \times 10^4$	
Toplam	23	$56,318 \times 10^4$	

** $p < 0,01$ düzeyinde önemlidir.

Çizelge 17. Sucuklarda depolama süresince belirlenen a_w değeri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	$0,390 \times 10^4$	0,37
Üretim	1	$150,875 \times 10^4$	286,78**
Starter	1	$116,252 \times 10^4$	220,97
Depolama süresi	3	$2,912 \times 10^4$	1,85
Üretim x starter	1	$0,130 \times 10^4$	0,25
Üretim x depolama süresi	3	$1,817 \times 10^4$	1,15
Starter x depolama süresi	3	$39,557 \times 10^4$	25,06**
Üretim x starter x depolama süresi	3	$3,582 \times 10^4$	2,27
Hata	30	$15,783 \times 10^4$	
Toplam	47	$331,300 \times 10^4$	

** $p < 0,01$ düzeyinde önemlidir.

Çizelge 18. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen CIE L* değeri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	1,4773	0,76
Starter	1	1,0453	1,08
Süre	4	29,5149	7,60**
Starter x süre	4	3,6785	0,95
Hata	18	17,4863	
Toplam	29	53,2023	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 19. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen CIE L* değeri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	1,5255	0,89
Starter	1	0,0176	0,02
Süre	3	65,8526	25,74**
Starter x süre	3	6,3947	2,50
Hata	14	11,9386	
Toplam	23	85,7291	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 20. Sucuklarda depolama süresince belirlenen CIE L* değeri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	2,651	1,62
Üretim	1	162,914	198,75**
Starter	1	28,660	34,96**
Depolama süresi	3	104,693	42,57**
Üretim x starter	1	6,818	8,32
Üretim x depolama süresi	3	11,662	4,74
Starter x depolama süresi	3	16,757	6,81**
Üretim x starter x depolama süresi	3	49,479	20,12**
Hata	30	24,591	
Toplam	47	408,224	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 21. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen CIE a* değeri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	12,6538	20,25
Starter	1	2,2687	7,26
Süre	4	53,6665	42,93
Starter x süre	4	8,8700	7,10**
Hata	18	5,6252	
Toplam	29	83,0843	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 22. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen CIE a* değeri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	13,6690	19,51
Starter	1	3,0175	8,62
Süre	3	37,8317	36,01
Starter x süre	3	8,0510	7,66**
Hata	14	4,9031	
Toplam	23	67,4723	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 23. Sucuklarda depolama süresince belirlenen CIE a* değeri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	9,2841	8,19**
Üretim	1	7,9952	14,11**
Starter	1	9,1613	16,17**
Depolama süresi	3	11,9044	7,00**
Üretim x starter	1	0,6098	1,08
Üretim x depolama süresi	3	10,5388	6,20*
Starter x depolama süresi	3	3,1841	1,87
Üretim x starter x depolama süresi	3	9,0880	5,35*
Hata	30	16,9984	
Toplam	47	78,7640	

* p<0.05 düzeyinde önemlidir.

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 24. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen CIE b* değeri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	8,775	4,12
Starter	1	3,895	3,66
Süre	4	51,140	12,01**
Starter x süre	4	6,490	1,52
Hata	18	19,157	
Toplam	29	89,457	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 25. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen CIE b* değeri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	0,6582	0,68
Starter	1	7,4928	15,47
Süre	3	38,1014	26,21
Starter x süre	3	5,8818	4,05*
Hata	14	6,7827	
Toplam	23	58,9170	

* p<0.05 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 26. Sucuklarda depolama süresince belirlenen CIE b* değeri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	5,847	3,28
Üretim	1	29,642	33,27**
Starter	1	30,624	34,38**
Depolama süresi	3	81,993	30,68**
Üretim x starter	1	0,935	1,05
Üretim x depolama süresi	3	13,245	4,96
Starter x depolama süresi	3	16,727	6,26*
Üretim x starter x depolama süresi	3	29,008	10,85**
Hata	30	26,725	
Toplam	47	234,747	

*p<0.05 düzeyinde önemlidir.

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 27. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen SYA miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	0,8137	4,98
Starter	1	1,7424	21,32**
Süre	4	37,9953	116,21**
Starter x süre	4	0,3632	1,11
Hata	18	1,4713	
Toplam	29	42,3857	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 28. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen SYA miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	0,1474	2,07
Starter	1	0,2054	5,77
Süre	3	25,6226	240,01
Starter x süre	3	0,3631	3,40*
Hata	14	0,4982	
Toplam	23	26,8367	

* p<0.05 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 29. Sucuklarda depolama süresince belirlenen SYA miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	3,440	4,45*
Üretim	1	311,559	805,42**
Starter	1	602,579	1557,75**
Depolama süresi	3	88,992	76,69**
Üretim x starter	1	197,681	511,03**
Üretim x depolama süresi	3	6,538	5,63**
Starter x depolama süresi	3	4,672	4,03*
Üretim x starter x depolama süresi	3	7,113	6,13**
Hata	30	11,605	
Toplam	47	1234,180	

*p<0.05 düzeyinde önemlidir.

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 30. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen TBA değeri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	1,87 x 10 ⁴	0,04
Starter	1	22,53 x 10 ⁴	0,97
Süre	4	798,13 x 10 ⁴	8,60**
Starter x süre	4	19,47 x 10 ⁴	0,21
Hata	18	417,47 x 10 ⁴	
Toplam	29	1259,47 x 10 ⁴	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 31. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen TBA değeri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	9,33 x 10 ⁴	0,31
Starter	1	165,37 x 10 ⁴	10,89**
Süre	3	249,13 x 10 ⁴	5,47**
Starter x süre	3	51,46 x 10 ⁴	1,13
Hata	14	212,67 x 10 ⁴	
Toplam	23	687,96 x 10 ⁴	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 32. Sucuklarda depolama süresince belirlenen TBA değeri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	0,00608	0,23
Üretim	1	2,38521	179,61**
Starter	1	0,05741	4,32*
Depolama süresi	3	0,36138	9,07**
Üretim x starter	1	0,13653	10,28**
Üretim x depolama süresi	3	0,19208	4,82**
Starter x depolama süresi	3	0,16788	4,21*
Üretim x starter x depolama süresi	3	0,32002	8,03**
Hata	30	0,39839	
Toplam	47	4,02497	

*p<0.05 düzeyinde önemlidir.

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 33. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen toplam karbonil miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	0,2068	0,37
Starter	1	0,2448	0,87
Süre	4	49,5914	44,22
Starter x süre	4	4,2047	3,75*
Hata	18	5,0470	
Toplam	29	59,2947	

* $p < 0.05$ düzeyinde önemlidir.

Çizelge 34. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen toplam karbonil miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	1,1064	2,12
Starter	1	0,0630	0,24
Süre	3	5,7488	7,33
Starter x süre	3	4,4274	5,65**
Hata	14	3,6591	
Toplam	23	15,0048	

** $p < 0,01$ düzeyinde önemlidir.

Çizelge 35. Sucuklarda depolama süresince belirlenen toplam karbonil miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	0,278	0,70
Üretim	1	3,769	18,43**
Starter	1	182,715	893,27**
Depolama süresi	3	4,745	7,73**
Üretim x starter	1	7,736	37,82**
Üretim x depolama süresi	3	5,070	8,26**
Starter x depolama süresi	3	9,441	15,39**
Üretim x starter x depolama süresi	3	3,937	6,42**
Hata	30	6,136	
Toplam	47	223,837	

* $p < 0.05$ düzeyinde önemlidir.

** $p < 0,01$ düzeyinde önemlidir.

Çizelge 36. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen toplam sülfidril miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	140,35	5,67
Starter	1	6,83	0,55
Süre	4	234,5262,47	4,74**
Starter x süre	4	222,75	1,26
Hata	18	666,91	
Toplam	29		

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 37. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen toplam sülfidril miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	215,27	9,95
Starter	1	1,81	0,17
Süre	3	337,52	10,40**
Starter x süre	3	57,26	1,76
Hata	14	151,41	
Toplam	23	763,27	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 38. Sucuklarda depolama süresince belirlenen toplam sülfidril miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	72,38	2,29
Üretim	1	169,50	10,74*
Starter	1	12708,82	805,27**
Depolama süresi	3	169,25	3,57*
Üretim x starter	1	125,52	7,95**
Üretim x depolama süresi	3	85,35	1,80
Starter x depolama süresi	3	406,10	8,58**
Üretim x starter x depolama süresi	3	84,25	1,78
Hata	30	473,46	
Toplam	47	14294,64	

* p<0.05 düzeyinde önemlidir.

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 39. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen NPN miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	0,2737	0,71
Starter	1	0,2448	1,28
Süre	4	8,5276	11,12**
Starter x süre	4	0,8220	1,07
Hata	18	3,4512	
Toplam	29	13,3194	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 40. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen NPN miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	0,8582	2,11
Starter	1	0,4676	2,30
Süre	3	9,1734	15,03**
Starter x süre	3	1,2460	2,04
Hata	14	2,8488	
Toplam	23	14,5941	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 41. Sucuklarda depolama süresince belirlenen NPN miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	3,8221	4,91*
Üretim	1	22,9772	59,03**
Starter	1	34,6290	88,96**
Depolama süresi	3	11,3480	9,72**
Üretim x starter	1	0,6188	1,59
Üretim x depolama süresi	3	10,4565	8,95**
Starter x depolama süresi	3	0,3315	0,28
Üretim x starter x depolama süresi	3	0,8620	0,74
Hata	30	11,6781	
Toplam	47	96,7231	

* p<0.05 düzeyinde önemlidir.

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 42. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen toplam protein çözünürlüğü miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	7,00	0,38
Starter	1	42,89	4,71
Süre	4	1420,68	38,98
Starter x süre	4	225,66	6,19**
Hata	18	164,03	
Toplam	29	1860,26	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 43. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen toplam protein çözünürlüğü miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	26,91	1,12
Starter	1	198,49	16,47
Süre	3	1138,48	31,48
Starter x süre	3	208,09	5,75**
Hata	14	168,75	
Toplam	23	1740,72	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 44. Sucuklarda depolama süresince belirlenen toplam protein çözünürlüğü miktarı ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	1,043	0,12
Üretim	1	1,691	0,40
Starter	1	64,010	15,25**
Depolama süresi	3	341,140	27,09**
Üretim x starter	1	8,764	2,09
Üretim x depolama süresi	3	91,077	7,23**
Starter x depolama süresi	3	181,904	14,45**
Üretim x starter x depolama süresi	3	29,394	2,33
Hata	30	125,920	
Toplam	47	844,942	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 45. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen TMAB yükü ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	0,00038	0,01
Starter	1	0,00280	0,08
Süre	4	2,83165	21,13**
Starter x süre	4	0,14331	1,07
Hata	18	0,60309	
Toplam	29	3,58123	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 46. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen TMAB yükü ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	0,01187	0,15
Starter	1	0,04167	1,08
Süre	3	2,60055	22,51**
Starter x süre	3	0,19083	1,65
Hata	14	0,53913	
Toplam	23	3,38405	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 47. Sucuklarda depolama süresince belirlenen TMAB yükü ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	0,03746	2,15
Üretim	1	10,49070	1202,74**
Starter	1	1,62803	186,65**
Depolama süresi	3	1,27502	48,73**
Üretim x starter	1	0,39603	45,40**
Üretim x depolama süresi	3	0,72605	27,75**
Starter x depolama süresi	3	0,66432	25,39**
Üretim x starter x depolama süresi	3	1,41362	54,02**
Hata	30	0,26167	
Toplam	47	16,89290	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 48. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen LAB yükü ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	0,04758	1,52
Starter	1	0,02465	1,57
Süre	4	1,53185	24,39
Starter x süre	4	0,31821	5,07**
Hata	18	0,28262	
Toplam	29	2,20492	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 49. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen LAB yükü ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	0,0248	0,74
Starter	1	0,1218	7,25
Süre	3	17,7572	352,06
Starter x süre	3	0,2445	4,85*
Hata	14	0,2354	
Toplam	23	18,3837	

* p<0.05 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 50. Sucuklarda depolama süresince belirlenen LAB yükü ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	0,0063	0,06
Üretim	1	31,5252	588,18**
Starter	1	0,8164	15,23**
Depolama süresi	3	0,1540	0,96
Üretim x starter	1	0,1728	3,22
Üretim x depolama süresi	3	0,3755	2,34
Starter x depolama süresi	3	0,8238	5,12**
Üretim x starter x depolama süresi	3	0,2304	1,43
Hata	30	1,6079	
Toplam	47	35,7124	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 51. Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen M-S bakteri yükü ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	0,1139	1,13
Starter	1	0,1320	2,63
Süre	4	33,3674	166,11**
Starter x süre	4	0,5873	2,92
Hata	18	0,9039	
Toplam	29	35,1045	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 52. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda üretim süresince belirlenen M-S bakteri yükü ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	0,0370	0,51
Starter	1	0,0216	0,60
Süre	3	18,1093	167,53**
Starter x süre	3	0,2506	2,32
Hata	14	0,5045	
Toplam	23	18,9230	

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 53. Sucuklarda depolama süresince belirlenen M-S bakteri yükü ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Blok	2	0,09855	1,03
Üretim	1	0,07600	1,58
Starter	1	6,01375	125,31**
Depolama süresi	3	4,09924	28,47**
Üretim x starter	1	0,16922	3,53
Üretim x depolama süresi	3	0,62747	4,36*
Starter x depolama süresi	3	0,87332	6,07**
Üretim x starter x depolama süresi	3	4,84952	33,68**
Hata	30	1,43971	
Toplam	47	18,24680	

* p<0,05 düzeyinde önemlidir.

** p<0,01 düzeyinde önemlidir.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ülkü DALMIŞ

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi: 18.10.1975

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu:

Lise : Ankara Atatürk Anadolu Meslek Lisesi-Bilgisayar Bölümü (1990-1993)

Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü (1994-1998)

Yüksek Lisans :Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği
Anabilim Dalı (1998-2001)

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl:

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Araştırma Görevlisi,
(1999-)

Yayınlar (SCI):

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.

Yayınlar (Yurtiçi):

Kolsarıcı, N., Ensoy, Ü., Candoğan, K., **Üzümcüoğlu, Ü.** 2004. Soğuk ve Dondurulmuş Depolamanın Mekanik Ayrılmış Tavuk Etlerinin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesine Etkisi. Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi. Cilt: 2, Sayı: 8, 2- 13.

Uluslararası bildiriler:

Candoğan, K., Kolsarıcı, N., Akoğlu, İ. **Üzümcüoğlu, Ü.**,Tekin, A. 2001. Some Chemical, physical and microbiological characteristics of mechanically deboned chicken meats produced from breast frame, neck or back.Proceedings of XV European sempoziyum on the Quality of

Poultry meat. ,Kuşadası, İzmir, 367-372.

Kolsarıcı, N., Candoğan, K., **Üzümcüoğlu, Ü.**, Tekin, A., Akoğlu, I. 2003. Changes in lipids of Mechanically deboned chicken meat during refrigeration and frozen storage. Proceedings International Congress, Information technology, Agriculture, Food and Environment. 7- 10 October 2003, Ege Üniversitesi, Bornova, İzmir.330p.

Soyer, A., **Üzümcüoğlu, Ü.**, Bilgin, V. 2004. Effect of Freezing Rate and frozen storage on lipid and protein oxidation in chicken meat. XXII World's Poultry Congress. June 8- 13, 2004, İstanbul. 863p.

Karaca, S., **Üzümcüoğlu, Ü.**, Kor, A., Soyer, A. 2006. The Effect Of Different Weaning Ages on Fatty Acid Composition of Akkeçi (White Goat) Male Kids. 57. Avrupa Zootekni Kongresi, 17- 20 Eylül, Antalya, Türkiye.

Dalmış, Ü., Soyer, A. 2007. Effect of processing conditions on the colour parameters of Turkish fermented sausages (sucuk). 5th International Congress on Food Technology, 9- 11 March 2007, Thessaloniki, Greece, Volume 2, 313-318.

Uguz, S., Soyer, A., **Dalmış, Ü.** 2007. Effect of salt content on proteolytic changes in pastırma. 5th International Congress on Food Technology. 9- 11 March 2007, Thessaloniki, Greece, Volume 2, 325-332.

Ulusal bildiriler:

Üzümcüoğlu, Ü. Soyer, A. 2002. Kaslı Gıdalarda lipid ve Protein Oksidasyonu. Türkiye 7. Gıda Kongresi, 22-24 Mayıs 2002. Ankara. 889- 896.

Üzümcüoğlu, Ü. 2002. Diyete E vitamini katılmasının et kalitesine etkisi. III. Ulusal Zootekni Kongresi 14- 16 Ekim, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ankara.

Üzümcüoğlu, Ü. Karaca, S. Kor, A. 2003. Farklı Sütten Kesim Sürelerinin Akkeçi Erkek Oğlak Eti Besin Öğeleri Üzerine Etkisi. 3. Gıda Mühendisliği Kongresi. 2- 4 Ekim TMMOB, GMO. Ankara. 731.

Soyer, A., Ertaş, H. **Üzümcüoğlu, Ü.** 2004. Doğal Fermente Sucuk Kalitesine Üretim Koşullarının etkisi. Türkiye 8. Gıda Kongresi. 26- 28 Mayıs Bursa, 20.

Üzümcüoğlu, Ü., Kolsarıcı, N., Candoğan, K., Ensoy, Ü. 2004. Soğuk ve Dondurulmuş Depolamanın Mekanik ayrılmış tavuk etlerinin mikrobiyolojik kalitesine etkisi. Türkiye 8. Gıda Kongresi. 26- 28 Mayıs Bursa, 21.

Çizelge 1. Çiğ sucuk değerlendirme formu

Panelistin Adı Soyadı:

Tarih:

ÇİĞ SUCUK DEĞERLENDİRME FORMU

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

Örnek Kodu	Dış görünüş	Kesit yüzeyinin görünüşü	Kesit yüzey rengi	Koku	Tat	Tekstür	Genel beğeni

Özelliklerin değerlendirilmesinde aşağıdaki puanlamalar kullanılacaktır:

8-9 çok iyi,

6-7 iyi,

3-5 orta,

0-2 bozuk

NOT(Düşünceler):

Çizelge 2. Pişmiş sucuk değerlendirme formu

Panelistin Adı Soyadı:

Tarih:

PIŞMIŞ SUCUK DEĞERLENDİRME FORMU

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

Örnek Kodu	Tat	Koku	Renk	Tekstür	Genel Beğeni

Özelliklerin değerlendirilmesinde aşağıdaki puanlamalar kullanılacaktır:

8-9 çok iyi,

6-7 iyi,

3-5 orta,

0-2 bozuk

NOT(Düşünceler):