

**ISIL İŞLEM UYGULAMASININ SUCUĞUN
UÇUCU BİLEŞİKLERİ
VE DİĞER KALİTATİF ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

Muhammet Ali ÇAKIR

**Yüksek Lisans Tezi
Doç. Dr. Güzin KABAN
2010**

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ISIL İŞLEM UYGULAMASININ SUCUĞUN
UÇUCU BİLEŞİKLERİ VE
DİĞER KALİTATİF ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

Muhammet Ali ÇAKIR

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

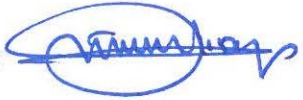
ERZURUM

2010

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. Güzin KABAN danışmanlığında, Muhammet Ali ÇAKIR tarafından hazırlanan bu çalışma 16/10/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.


Başkan : Prof. Dr. Mükerrerem KAYA

İmza : 

Üye : Prof. Dr. Hasan SEÇEN

İmza : 

Üye : Doç. Dr. Güzin KABAN

İmza : 

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ömer AKBULUT

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ISIL İŞLEM UYGULAMASININ SUCUĞUN UÇUCU BİLEŞİKLERİ VE DİĞER KALİTATİF ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Muhammet Ali ÇAKIR

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Güzin KABAN

Araştırmada, üretim yöntemlerinin (geleneksel ve ısıl işlem) sucuğun uçucu bileşikleri ve diğer kalitatif özelliklerine etkileri incelenmiştir. Her iki üretim yönteminde de *Lactobacillus plantarum* GM77 ve *Staphylococcus xylosus* GM92 suşları starter kültür olarak kullanılmıştır. Mikrobiyolojik ve fiziko-kimyasal analizler olgunlaştırmanın belirli günlerinde alınan sucuk örneklerinde yapılmıştır. Uçucu bileşik analizleri ile duyusal analizler ise olgunlaştırılmış sucuk örneklerinde gerçekleştirilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, olgunlaştırma süresi ve ısıl işlem, sucuğun pH, a_w ve TBARS değerleri ile laktik asit bakteri ve *Micrococcus/Staphylococcus* sayıları üzerinde çok önemli etkiye sahiptir ($P<0,01$). Isıl işlem uygulaması sucuğun TBARS değerini önemli derecede artırmıştır ($P<0,01$). Geleneksel yöntem tekstür ve genel kabul edilebilirlik açısından ısıl işleme göre daha yüksek duyusal puanlar vermiştir ($P<0,05$). Isıl işlem uygulamasının uçucu bileşikler üzerinde farklı seviyelerde etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Isıl işlem uçucu bileşiklerin miktarlarını önemli ölçüde düşürmüştür ($P<0,01$). Bu bileşikler geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda daha yüksek seviyelerde belirlenmiştir. Ayrıca sucukta uçucu bileşik fraksiyonun önemli bir kısmını terpenlerin oluşturduğu tespit edilmiştir.

2010, 54 sayfa

Anahtar Kelimeler :Uçucu bileşik; sucuk; ısıl işlem, lipit oksidasyonu, pH

ABSTRACT

MS Thesis

EFFECT OF HEAT PROCESSING ON THE VOLATILE COMPOUNDS AND OTHER QUALITATIVE PROPERTIES OF SUCUK

M. Ali ÇAKIR

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

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Güzin KABAN

In this study, the effects of different processing methods (traditional and heat processing) on the volatile compounds and quality characteristics of Turkish dry fermented sausage (sucuk) were investigated. In both production methods, the strains of *Lactobacillus plantarum* GM77 and *Staphylococcus xylosus* GM92 were used as starter culture. The microbiological and physico-chemical analysis were performed on sucuk samples at specific days of the ripening. The volatile compound analysis as well as sensory analysis were carried out on samples of the ripened sausages. According to the variance analysis results, ripening time and heat processing had very significant effects on the pH, a_w and TBARS values, and lactic acid bacteria and *Micrococcus/Staphylococcus* counts ($P<0,01$). Heating increased significantly TBARS value of sucuk ($P<0,01$). Traditional method showed higher sensory scores than heat processing in terms of texture and overall acceptability ($P<0,05$). It was also determined that heat processing has effects on volatile compounds at different levels. Heat processing decreased significantly ($P<0,05$) the levels of volatile compounds. These compounds were determined at higher levels in the sausages produced using the traditional method. It was determined that an important part of the volatile fraction in sucuk is composed of terpenes.

2010, 54 pages

Keywords : Volatile compounds; sucuk; heat processing, lipid oxidation, pH

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlanmasından yazımına kadar olan kısımda yardımları esirgemeyen, her durumda bana destek olan tezimi tamamlamamda büyük paya sahip olan saygıdeğer hocam danışmanım sayın Doç. Dr. Güzin KABAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca lisans aşamasından tez aşamasına kadar bilgi, birikimlerini bizlerle paylaşan ve desteklerini bizlerden esirgemeyen bölüm başkanımız değerli hocamız Sayın Prof. Dr. Mükerrerem KAYA'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Öğrenim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, bana olan inançları, güvenleri ve sevgileriyle beni onurlandıran aileme teşekkür ederim.

Bilimsel anlamda gerçekleştirmiş olduğum bu ilk çalışmayı, benden sevgisini ve desteğini esirgemeyen, beni yetiştiren ve bu günlere gelmemi sağlayan, hakkını ödeyemeyeceğim her zaman sevgi ve saygıyla anacağım değerli insana sevgili biricik anneme Zeynep ÇAKIR'a ithaf ediyorum.

M. Ali ÇAKIR

AĞUSTOS, 2010

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
3. METARYAL ve METOT.....	12
3.1.Materyal.....	12
3.1.1.Sucuk yapımında kullanılan et, yağ, katkı maddeleri ve kılıf	12
3.1.2.Starter kültürler	12
3.2.Metot.....	13
3.2.1.Sucuk hamurunun hazırlanması.....	13
3.2.2.Olgunlaştırma ve ısıl işlem.....	13
3.2.3.Örneklerin alınması ve analizlere hazırlanması.....	14
3.2.4.Mikrobiyolojik analizler.....	14
3.2.4.a.Laktik asit bakteri sayımı.....	15
3.2.4.b. <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayımı.....	15
3.2.4.c.Enterobacteriaceae sayımı.....	15
3.2.5.Fiziksel ve kimyasal analizler.....	16
3.2.5.a. Su aktivitesi (a_w) Değerinin Belirlenmesi.....	16
3.2.5.b.pH değerinin belirlenmesi.....	16
3.2.5.c.Tiyobarbütirik asit reaktif substans (TBARS) analizi.....	16
3.2.5.d.Duyusal analiz.....	17
3.2.5.e.Uçucu bileşiklerin belirlenmesi.....	18
3.2.5.f.İstatistiki analizler.....	18
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	19

4.1.Fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	19
4.1.1.pH.....	19
4.1.2.Su aktivitesi (a_w).....	23
4.1.3.TBARS.....	25
4.1.4.Laktik asit bakteri sayısı.....	28
4.1.5. <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayısı.....	32
4.1.6.Enterobacteriaceae sayısı.....	34
4.1.7.Duyusal analiz.....	35
4.1.8.Uçucu bileşikler.....	37
5. SONUÇ.....	49
KAYNAKLAR.....	51
ÖZGEÇMİŞ.....	55

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

dak	Dakika
rpm	Dakikada Dönme Hızı
g	Gram
kg	Kilogram
kob	Koloni Oluşturan Birim
Log	Logaritmik
ppm	Milyonda Kısım
µmol	Mikromol
PA/PE	Poliamid/Polietilen
sn	Saniye
°C	Santigrat Derece
a _w	Su Aktivitesi

Kısaltmalar

SPME	Katı Faz Mikroekstraksiyon
LAB	Laktik Asit Bakterisi
NPN	Protein Tabiatında Olmayan Azotlu Madde
TBARS	Tiyobarbutirik Reaktif Substans

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Sucukların laktik asit bakteri sayısı üzerine üretim yöntemi ve olgunlaştırma süresi interaksiyonunun etkisi.....	31
--	----

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1.	Kontrol grubu ile ısıtıl işlem uygulanmış sucuklarda olgunlaştırma süresince belirlenen pH değerleri.....	20
Çizelge 4.2.	Kontrol grubu ile ısıtıl işlem uygulanmış sucuklarda olgunlaştırma süresince belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	21
Çizelge 4.3.	Sucukların olgunlaştırılması sırasında belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	22
Çizelge 4.4.	Kontrol grubu ile ısıtıl işlem uygulanmış sucuklarda olgunlaştırma süresince belirlenen a_w değerleri.....	23
Çizelge 4.5.	Kontrol grubu ile ısıtıl işlem uygulanmış sucuklarda olgunlaştırma süresince belirlenen a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	24
Çizelge 4.6.	Sucukların olgunlaştırılması sırasında belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	25
Çizelge 4.7.	Kontrol grubu ile ısıtıl işlem uygulanmış sucuklarda olgunlaştırma süresince belirlenen TBARS değerleri.....	26
Çizelge 4.8.	Kontrol grubu ile ısıtıl işlem uygulanmış sucuklarda olgunlaştırma süresince belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	27
Çizelge 4.9.	Sucukların olgunlaştırılması sırasında belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	28
Çizelge 4.10.	Kontrol grubu ile ısıtıl işlem uygulanmış sucuklarda olgunlaşma süresince belirlenen laktik asit bakteri sayıları (log kob/g).....	29
Çizelge 4.11.	Kontrol grubu ile ısıtıl işlem uygulanmış sucuklarda olgunlaştırma süresince belirlenen laktik asit bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	30
Çizelge 4.12.	Sucukların olgunlaştırılması sırasında belirlenen laktik asit bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	31
Çizelge 4.13.	Kontrol grubu ile ısıtıl işlem uygulanmış sucuklarda olgunlaştırma süresince belirlenen <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayıları (log kob/g)...	32

Çizelge 4.14.	Kontrol grubu ile ısıtıl işlem uygulanmış sucuklarda olgunlaştırma süresince belirlenen <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	34
Çizelge 4.15.	Sucukların olgunlaştırılması sırasında belirlenen <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	34
Çizelge 4.16.	Kontrol grubu ile ısıtıl işlem uygulanmış sucuklara ait duyusal analiz sonuçları.....	35
Çizelge 4.17.	Sucuklarının duyusal analiz puanlarına ait varyans analiz sonuçları.....	36
Çizelge 4.18.	Sucuklarının duyusal analiz sonuçlarına ait ortalamaların Duncan karşılaştırma test sonuçları.....	37
Çizelge 4.19.	Kontrol grubu ile ısıtıl işlem uygulanmış sucukların uçucu bileşiklere ait varyans analiz sonuçları.....	43
Çizelge 4.20.	Kontrol grubu ile ısıtıl işlem uygulanmış sucukların uçucu bileşiklerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	46

1. GİRİŞ

Fermente sosisler kıyma makinesinde veya kuterde çekilen et ve yağın, çeşitli baharat, şeker ve diğer katkı maddeleri ile karıştırılıp, doğal veya yapay bağırsaklara doldurulması ve belirli bir sıcaklık ve bağıl nemde olgunlaştırılması ile elde edilen fermente, kuru (%20-35 nem) veya yarı-kuru (%35-50 nem) et ürünleridir. Ülkemizde yaygın olarak tüketilen fermente bir sosis çeşidi olan sucuk da uygulanan prosese bağlı olarak kuru veya yarı kuru olarak üretilmektedir. Geleneksel sucuk üretim prosesi fermentasyon ve kurutmaya dayanmakta olup herhangi bir ısı işlem içermemektedir (Kaya ve Kaban 2010).

Sucuk üretimi, et ürünleri üretim teknikleri içerisinde en kritik ve zor olanlarından biridir. Üretim oldukça teknolojik bilgi birikimi, uygun işleme şartları ve tecrübe gerektirmektedir (Gökalp 1995; Gökalp vd 2004). Ancak 1980’li yıllardan başlamak üzere sucuğun mikrobiyolojik stabilitesi ile renk, tat, koku ve tekstür gibi duyuşal özellikleri açısından çok önemli olan fermentasyon ve olgunlaştırma/kurutma proseslerinde önemli değişiklikler yapılmış ve üretim prosesine ısı işlem dahil edilmiştir. Böylece yeterli bir asitleşme ve dolayısıyla kurutma yapılmadan ısı işlem uygulanarak mikrobiyolojik stabilite sağlanmaya çalışılmıştır. Sonuçta tüketicinin de ekonomik nedenlerden dolayı bu ürünlere yönelmesi bu üretim şeklinin yaygınlaşmasına neden olmuştur. “Sucuk benzeri ürün” adı altında piyasaya sürülen bu ürünlere Türk Gıda Kodeksi Et Ürünleri Tebliği’nde de yer verilmiş (Anonymous 2000) ve Türk Standartları Enstitüsü tarafından “Isıl İşlem Görmüş Sucuk Benzeri Ürün-TS 13297” standardı yayınlanmıştır (Anonymous 2007).

Isıl işlem görmüş sucuk benzeri ürünler özellikle küçük işletmelerde birkaç gün içerisinde üretilip piyasaya sunulmaktadır. Büyük işletmelerde ise 2-3 günlük fermentasyondan sonra ısı işlemi müteakiben birkaç günlük bir kurutma işlemi uygulanmaktadır. Isıl işlem koşulları ile ilgili kapsamlı bir çalışma bulunmadığından uygulanan sıcaklık ve normları işletmeden işletmeye değişmekle beraber daha ziyade 63-68°C’lik iç sıcaklık uygulanmaktadır. Buna karşın işletmeler arasında olgunlaştırma

prosedürü oldukça farklılık göstermektedir. Fermentasyon süresinin çok kısa tutulduğu işletmelerde pH yeterince düşmemekte, yeterli bir kurutma olmamaktadır. Bu ürünler hem pH'nın ve hem de a_w 'nin yüksek olmasından dolayı mikrobiyolojik açıdan oldukça risklidir. Zira ısıtma işlem aşamasında letal olmayan sıcaklık dereceleri dahi kullanılmaktadır. Ayrıca küçük ve orta ölçekli işletmelerde genellikle hammadde ve işletme hijyenin iyi olmadığı da dikkate alınırsa bu ürünlerin insan sağlığı açısından taşıdığı risklerin ciddi boyutlarda olduğu sonucuna varılabilir. Diğer taraftan söz konusu ürünler tüketicinin arzu ettiği tipik tat, koku ve aroma gibi duyu özelliklerinden de yoksundur.

Isıtma işlem görmüş sucuk benzeri ürünlerin üretiminde özellikle de fermentasyonun kısa tutulduğu proseslerde spontan veya starter kültür olarak bulunan laktik asit bakterileri yeterince asit üretmediğinden ürüne has bir özellik olan asit tadı da oluşmamaktadır.

Sucuk ve benzeri fermente et ürünlerinde laktik asit bakterileri önemli rol oynamaktadır. Bu mikroorganizmalar asit oluşturarak gıda kaynaklı patojenler ile bozulmaya neden olan bakterilerin gelişimini engellemekte, ayrıca bu ürünlerin organoleptik özelliklerinin gelişiminde önemli katkıları olmaktadır. Ancak sürekli ve güvenilir bir asitleşme için bu bakterilerin starter kültür olarak fermente sosis hamurlarına ilave edilmesi büyük önem arz etmektedir (Kaban ve Kaya 2010). Fermente et ürünlerinde öneme sahip bir diğer önemli bakteri grubu koagülaz negatif stafilkoklardır. Nitrat redüktaz enzimine sahip bu bakteriler proteolitik ve lipolitik aktiviteleri ile tat ve aromanın oluşumunda önemli rol oynamaktadır. Ayrıca bu bakteriler katalaz enzimi ile peroksitleri parçalayarak bu bileşiklerin lezzet ve renk üzerindeki olumsuzluklarını ortadan kaldırmaktadır (Kaban ve Kaya 2009a).

Fermente et ürünlerinde karbonhidrat fermentasyonu, lipolisiz, proteolisiz, lipid oksidasyonu ve amino asit katabolizması gibi reaksiyonlar sonucunda uçucu bileşikler oluşmaktadır. Üretimde kullanılan baharat da önemli bir uçucu bileşik kaynağıdır. Proteolisiz, kuru fermente sosislerde olgunlaştırma süresince aroma gelişimini de içeren önemli proseslerden biridir. Proteolisiz sonucu, uçucu bileşiklerin ön maddeleri ve

ayrıca tat üzerinde etkili olan serbest amino asitler ile düşük molekül ağırlıklı peptitler gibi protein tabiatında olmayan azotlu bileşiklerin miktarı artmaktadır (Berdagué *et al.* 1993; Kaban ve Kaya 2010). Olgunlaştırma sırasında lipitlerde görülen değişiklikler de fermente sosislerin duyusal karakteristiklerini önemli derecede etkilemektedir (Ordenez *et al.* 1999; Soyer 2005). Serbest yağ asidi oluşumuna sebep olan lipolisiz, lipaz ve fosfolipaz olarak adlandırılan spesifik enzimler tarafından gerçekleştirilir. Otooksidasyonun son ürünleri (aldehitler, alkoller, ketonlar, furanlar ve benzerleri) çok uçucu bileşikler olup ürünlerde koku ve lezzetin gelişiminde önemli etkiye sahiptir (Ordenez *et al.* 1999). Alifatik hidrokarbonlar, aldehitler, asitler, ketonlar, alkoller, sülfürlü bileşikler, esterler ve aromatik hidrokarbonlar ve terpenler fermente sosislerde yaygın olarak bulunan uçucu bileşiklerdir (Berdagué *et al.* 1993; Stahnke 1999, Kaban ve Kaya 2009a,b; Kaban 2010).

Isıl işlem görmüş sucuk üretiminin üreticiye sağladığı en büyük avantaj üretim prosesinin çok kısa olmasıdır. Buna karşın geleneksel üretimde başlangıç fermentasyon sıcaklığı 12-26°C, olgunlaştırma süresi ise 6-20 gün arasında değişmektedir (Ertaş ve Göğüş 1980; Gökalp and Ockerman 1985; Soyer *et al.* 2005). Lebanon, bologna, summer sausage gibi yarı kuru sosislerin üretim prosesleri de ısıl işlem içermektedir. Bu ürünlerin nem seviyeleri yüksek, pH değerleri düşüktür (Kaya ve Kaban 2010). Ülkemizde ise ısıl işlem görmüş sucuklar yeterli bir fermentasyona tabi tutulmadıklarından pH değerleri oldukça yüksektir (Tayar 1989; Filiz 1996; Coşkun 2002). Bu ürünler hem pH değerlerinin ve hem de nem miktarlarının yüksek olmasından dolayı üretimden sonra soğuk zincir altında taşınmakta ve soğukta muhafaza edilmektedir.

Isıl işlem uygulanmış sucuklar ile ilgili pek çok araştırma yapılmıştır. Araştırmalarda sucuk üretiminde ısıl işlem uygulamasının starter kültürlü ve kültürsüz sucukların bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir (Tayar 1989; Filiz 1996; Vural 1998; Anar vd 2000; Soyutemiz vd 2001; Coşkun 2002; Soyutemiz vd 2004; Ercoşkun 2006; Toptancı 2007; Dalmış ve Soyer 2008). Isıl işlem görmüş sucukların uçucu bileşiklerinin belirlenmesine yönelik ise sadece bir araştırma

bulunmaktadır. Bu araştırmada uçucu bileşiklerin ekstraksiyonunda Lickens-Nickerson düzeneği kullanılmıştır (Ercoşkun 2006).

Mevcut bu araştırma, sucuk üretiminde ısıl işlem uygulamasının sucuğun uçucu bileşik profiline ve diğer kalitatif özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla kurulmuş ve yürütülmüştür. Araştırmada ısıl işlem görmüş sucuk üretiminde, birçok büyük işletmede de uygulandığı gibi starter kültür kullanılarak üretim yapılmış, iç sıcaklık olarak ise 65°C'e alınmıştır. Sucuklarda pH, a_w ve TBARS analizleri ile laktik asit bakteri ve *Micrococcus/Staphylococcus* sayımları olgunlaştırmanın belirli günlerinde yapılmıştır. Duyusal analiz ile uçucu bileşik analizleri ise olgunlaştırılmış sucuklarda gerçekleştirilmiştir. Uçucu bileşikler son yıllarda yaygın olarak kullanılan SPME tekniği ile ekstrakte edilip, GC/MS ile identifiye edilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Isıl işlem görmüş sucuk benzeri ürünlerin üretiminin yaygınlaşmasına paralel olarak bu ürünler üzerinde yürütülen araştırmalar da hızlanmıştır. Tayar (1994) tarafından yapılan araştırmada, farklı merkez sıcaklıkları (45, 52, 60 ve 62°C) ve farklı süreler (3, 10, 15, 30, 45 ve 120 dakika) esas alınarak gerçekleştirilen ısıl işlem uygulamalarının sucuğun kimyasal kompozisyonu, pH ve a_w değeri, pigment dönüşüm oranı ile toplam bakteri ve koliform grubu bakteri sayılarına etkileri incelenmiştir. Araştırmada sucukların nem, yağ ve tuz miktarlarının sırasıyla %34,18 - 45,70, %25,39- 38,64, %2,48- 3,80 arasında değiştiği belirtilmiştir. Ayrıca muameleler arasında a_w ve pH açısından çok önemli farklılıkların olduğu ve ısıl işlem uygulamalarının toplam bakteri ve koliform grubu bakteri sayısında önemli redüksiyona neden olduğu ve ısıl işlem uygulaması ile sucukta *E. coli* probleminin ortadan kalktığı da bildirilmiştir.

Filiz (1996) tarafından starter kültür kullanarak üretilen sucuklarda ısıl işlem uygulamasının, sucuğun kalitatif özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülen araştırmada, sucuklar 3 günlük üretim periyodu süresince genel aerob bakteri, mikrokok, laktobasil, proteolitik mikroorganizma ve koliform bakteri sayımları ile pH, rutubet, su aktivitesi, titrasyon asitliği, nitrit, yağ ve tuz analizlerine tabi tutulmuş ve ayrıca duyu özellikler açısından değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda, starter kültür kullanılarak üretilen sucukların fermentasyonun ikinci gününde ısıl işlem uygulanıp bir gün kurutulduktan sonra satışa arz hale geldiği ve bu sucukların yürürlükteki yönetmenlik ve standartlara uygun olduğu belirtilmiştir.

Vural (1998) tarafından ısıl işlem görmüş sucuk (yarı kuru sucuk) üzerinde yürütülen araştırmada, *Pediococcus acidilactici*, *Staphylococcus xylosus* + *P. pentosaceus*, *Staphylococcus carnosus* + *Lactobacillus pentosus* ticari starter kültürlerin etkileri incelenmiştir. Araştırmada 36 saatlik fermentasyondan sonra sucuklar iç sıcaklık 55°C'e olacak şekilde bir ısıl işleme tabi tutulmuştur. Bu işlemi müteakiben sucuklar soğutulduktan sonra 3 gün süreyle kurutulmuştur. Sonuç olarak ısıl işlem uygulanmış sucuklarda *P. acidilactici* kültürünün pH değerinde önemli bir düşüşe neden olduğu,

renk oluşumu üzerinde önemli etki gösterdiği ve görünüş, renk, lezzet ve genel kabul edilebilirlik duyuşal parametrelerini olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir.

Anar vd (2000) sucuk üretiminde starter kültür (*S. carnosus* ve *L. pentosus*) kullanımı ile ısıt işlemin (63°C’de bir saat) sucuğun bazı özelliklerine etkilerini araştırmışlar ve sonuç olarak; sucukta starter kültür kullanımı ve ısıt işlem uygulamasının koliform bakterilerde çok önemli bir redüksiyona neden olduğunu ve bu sucukların daha yüksek puanları aldığını belirtmişlerdir.

Soyutemiz vd (2001) tarafından sucuk üretiminde ısıt işlem uygulamasının (merkez nokta sıcaklığı 63°C’de 30 dakika) gıda kaynaklı bir patojen olan *Listeria monocytogenes* üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yürütölen araştırmada, iki farklı inokölasyon seviyesi (10⁴ kob/g, ve 10⁵-10⁶ kob/g) denenmiştir. Araştırmada 10⁴ kob/g düzeyinde *L. monocytogenes* içeren sucuklarda ısıt işlemin sayıda çok önemli bir redüksiyona neden olduğu, ancak 10⁵-10⁶ kob/g düzeyinde *L. monocytogenes* ile kontamine edilmiş sucuklarda bu patojenin canlılığını sürdürdüğünü belirlenmiştir.

Et ve et ürünlerinde renk önemli bir kalite kriteridir. Kür edilmiş et ürünlerinde kullanılan nitrat ve nitritten bir seri reaksiyonlar sonucu oluşun nitrik oksidin myoglobin ile reaksiyona girmesi neticesinde nitrosomyoglobin oluşmaktadır. Nitratın nitrite dönüşümü mikrobiyal redüktaz enziminin aracılığıyla olmaktadır. Nitritin nitrik okside dönüşümünde ortamın pH’sı oldukça önemlidir (Kaya ve Kaban 2010). Nitrat (300 ppm), nitrat (300 ppm) + starter kültür (*Staphylococcus carnosus* ve *Lactobacillus pentosus*), nitrat (300 ppm) + nitrit (150 ppm) ve nitrit (150 ppm) + starter kültür (*S.carnosus* ve *L. pentosus*) + ısıt işlem (63°C’de 30 dakika) muamelelerinin sucuğun üretim aşamalarındaki nitrat ve nitrit miktarlarına etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bir araştırmada, nitrat ve nitrat + starter kültür gruplarının son üründeki nitrat ve nitrit miktarlarının birbirlerine yakın değerler verdiği, nitrat + nitrit grubunda kalıntı nitrat ve nitrit miktarlarının nitrat ve nitrat + starter kültür gruplarına göre daha yüksek olduğu, nitrit + starter kültür + ısıt işlem grubunda ise diğer gruplara göre daha düşük kalıntı nitrat, daha yüksek kalıntı nitrit bulunduğu belirlenmiştir (Soyutemiz vd 2004).

Fermentasyon süresi (13 gün), nitrit seviyesi (45-195 ppm) ve ısıtma işlem sıcaklığının (30-90 °C), sucuğun bazı fiziksel-kimyasal, mikrobiyolojik, duyu özellikleri ve biyogen amin oluşumu üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen bir araştırmada, fermentasyon süresinin *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı, pH, nem oranı, kalıntı nitrit ve randıman değerlerini önemli derecede düşürdüğü, ısıtma işlemin protein oranı, kalıntı nitrit ve randıman değerlerini önemli derecede artırdığı, ısıtma işlem uygulamasının aerobik mezofilik bakteri sayısı, laktik asit bakteri sayısı ve *Micrococcus/Staphylococcus* sayısını önemli derecede düşürdüğü, ısıtma işlemin koku parametresi hariç diğer duyu parametrelerin değerlerini önemli derecede artırdığı ancak ısıtma işlemin biyogen amin değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Araştırmada, nitrit seviyesinin peroksit değerini önemli ölçüde artırdığı, aerobik mezofilik bakteri sayısı ile kadaverin ve tiramin seviyelerini düşürdüğü, duyu özellikler üzerinde ise önemli bir farklılığa neden olmadığı da belirlenmiştir. Ayrıca, sucuk üretiminde 60°C'ye kadar ısıtma işlem uygulanarak fermentasyon süresinin 8 güne kadar ve nitrit seviyesinin de 120 ppm'e kadar azaltılabileceği ve böylece daha kaliteli ve güvenilir sucuk üretilabileceği kanaatine varılmıştır (Kurt 2006).

Değirmencioğlu vd (2006) geleneksel yöntem ve ısıtma işlem uygulanarak üretilen sucuklar üzerinde yürüttükleri araştırmada, iki yöntem arasında lezzet ve görünüm açısından çok büyük bir farklılığın olmadığını, yağ ve nem içeriğinin ısıtma işlem görmüş sucuklarda sırasıyla %36 ve %50-55, geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda ise yine sırasıyla %35 ve %45 olduğunu ve ısıtma işlem uygulanmış sucukların daha yüksek pH değeri verdiğini tespit etmişlerdir.

Yürür (2007) ısıtma işlem uygulanarak üretilen sucuklarda farklı nitrit seviyelerinin (0, 25, 50, 75, 100 ppm) renk oluşumu üzerine olan etkilerini incelemiştir. Araştırmada 3 günlük fermentasyondan sonra sucuklar 60°C'ye kadar ısıtılmış ve bu sıcaklıkta 15 dakika ısıtma işleme tabi tutulmuştur. ısıtma işlem uygulaması ile sucukların kırmızı renginin geliştiği, nitrit seviyesi arttıkça rengindeki iyileşmenin arttığı, ısıtma işlem uygulaması ile sucukların kalıntı nitrit, nitrozomyoglobin ve toplam pigment miktarlarının azaldığı, ısıtma işlemin nitrozomyoglobine dönüşüm oranını artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca ısıtma işlem

uygulamasının sucukların L* değerlerini artırdığı ve 50-75 ppm nitrit seviyelerinde ısıtma işlem uygulaması ile sucuklarda arzu edilen rengin oluştuğu da tespit edilmiştir.

Farklı ısıtma işlem sıcaklıklarının (60°C'de 15dak, 65°C'de 10dak ve 70°C'de 1sn) sucuğun renk, tekstür parametreleri ve duyu değerlerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, farklı ısıtma işlem sıcaklığı uygulaması ile sucukların kalıntı nitrit, nitrozomyoglobin ve toplam pigment miktarlarında azalma olduğu, sıcaklık uygulaması ile nitrozopigmente dönüşüm oranlarının arttığı, bu uygulamanın sucukların L* ve a* değerlerini az da olsa düşürdüğü, ancak ısıtma işlem uygulaması ile proteinlerin koagülasyonu ve kısmi bir dehidrasyonu sonucu sucuklarda kararlı, stabil bir yapı ve tekstürün oluştuğu tespit edilmiştir (Toptancı 2007).

Coşkun *et al.* (2008) geleneksel ve ısıtma işlem (70±2°C'de 10 dakika) metotlarıyla ürettikleri sucukların nem, pH, a_w, serbest yağ asidi, TBA ve peroksit değerlerini soğukta depolama süresince incelemişler ve ısıtma işlem uygulanarak üretilen sucukların daha yüksek nem, a_w ve pH değerleri, daha düşük TBA, serbest yağ asidi ve peroksit değerleri verdiğini tespit etmişlerdir. Araştırmada ısıtma işlem uygulanarak üretilen sucuklarda serbest yağ asidi üzerinde depolamanın önemli etkisinin olduğu, geleneksel yöntemle üretilen sucukların serbest yağ asit değerinde ise depolama süresince önemli bir değişimin olmadığı belirlenmiştir. Geleneksel sucuklarda TBA değerinde önemli bir artış olduğu, buna karşın ısıtma işlem uygulanmış sucuklarda bu değerde önemli bir artış olmadığı belirtilmiş ve sonuç olarak her iki yöntemle üretilen sucuklarda da depolama süresince hidrolitik ve oksidatif değişimlerin olduğu vurgulanmıştır.

Geleneksel yöntemle üretim yapan işletmelerden temin edilen sucukların uçucu bileşiklerini belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada, sucuğun uçucu profilinde 5 asit, 7 ester, 10 alifatik hidrokarbon, 7 alkol, 5 aldehit, 11 sülfürlü bileşik, 2 keton, 7 aromatik hidrokarbon, 27 terpen, 3 fenol ve 2 nitrojenli bileşik bulunduğu belirlenmiş, 4 firmanın örneklerinde uçucu bileşikler içerisinde terpenlerin (%56-76), bir firmada ise asitlerin (%32) major kimyasal grup olduğunu belirtilmiştir (Kaban 2010). Sucukta ticari kültürlerin (Ercöşkun 1999) ve sucuktan izole ve tanımlanılan suşların (Kaban

ve Kaya 2009 a,b; Kaban ve Kaya 2010) sucuğun uçucu bileşiklerine etkileri de araştırılmıştır. Ercoşkun (1999) tarafından sucuk üretiminde farklı ticari starter kültür preparatlarının uçucu bileşikler üzerine etkilerini belirlemek üzere yapılan araştırmada, olgunlaşma süresince uçucu bileşenlerde değişimler olduğu, olgunlaşmanın 12. gününde kontrol grubunda 13, *L. plantarum* + *P. pentosaceus* içeren örneklerde 16, *L. plantarum* + *P. pentosaceus* + *S. xylosus* içeren örneklerde ise 29 uçucu bileşik tespit edilmiştir. Kaban ve Kaya (2009b) ise geleneksel yöntemle üretilen sucuklardan izole ettikleri suşların (*L. plantarum* GM77 ve *S. xylosus* GM92) sığır et yağı kullanılarak ürettikleri sucukların uçucu bileşikleri ve diğer kalitatif özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada uçucu bileşik analizlerinde son yıllarda sıklıkla kullanılan katı faz mikroekstraksiyon (solid phase microextraction, SPME) tekniği kullanılmış, identifikasyon GC/MS ile gerçekleştirilmiş ve çok sayıda bileşik belirlenmiştir. Ayrıca starter kültür kullanımının (*L. plantarum* GM77 + *S. xylosus* GM92) sucuğun mikrobiyolojik ve fizikokimyasal (pH, a_w , NPN, TBARS) özellikleri üzerinde önemli veya çok önemli etkilerinin olduğu, sucukta belirlenen uçucu bileşikler (terpenler, aldehitler, ketonlar, sülfürlü bileşikler, asitler, esterler, alifatik hidrokarbonlar, alkoller) içerisinde terpenlerin major kimyasal grup olduğu ve kullanılan suşların bazı uçucu bileşikler üzerinde etki gösterdiği saptanmıştır.

Geleneksel yöntemle üretilen sucuktan izole edilen *S. carnosus* MK93 suşunun sucuğun kalite karakteristiklerine etkisini belirlemeye yönelik olarak yürütülen diğer bir araştırmada ise *S. carnosus* MK93 suşu, *L. plantarum* GM77 suşu ile birlikte starter kültür olarak sucuk hamuruna ilave edilmiş, yalnızca *L. plantarum* GM77 ilave edilen sucuk hamuru kontrol olarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda olgunlaştırmanın ilk 3 gününde her iki grupta da pH'nın 5'in altına düştüğü, olgunlaştırma süresi ilerledikçe a_w değerinin azaldığı, *S. carnosus* MK93 içeren grubun kontrol grubuna göre daha yüksek NPN değeri ve daha düşük TBARS değeri verdiği, *S. carnosus* MK93 sayısında olgunlaştırmanın ilk günlerinde yaklaşık 1 logaritmik birimlik artış olduğu ve bu suşun sucuğun uçucu profili üzerindeki etkisinin sınırlı olduğu saptanmıştır (Kaban ve Kaya 2009a). Aynı araştırmacılar *L. plantarum* GM77 ve *S. xylosus* GM92 suşlarının tekli ve çoklu kültür olarak hızlı ve yavaş olgunlaştırılmış sucuklar da araştırmışlar ve

yavaş olgunlaştırma ile *L. plantarum* GM77 + *S. xylosus* GM92 karışık kültürünün uçucu bileşik açısından daha yüksek değerler verdiği sonucuna varmışlardır (Kaban ve Kaya 2010). Isıl işlemin sucuğun uçucu bileşiklerine etkisi ile ilgili ise sadece bir araştırma mevcuttur (Ercoşkun 2006).

Ercoşkun (2006) tarafından ısıl işlem uygulanmış sucuklar üzerinde yürütülen bir araştırmada, farklı süreler (0, 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 gün) fermente edilerek üretilen sucuklara 60°C'de 10 dakika süreyle ısıl işlem uygulanmış ve fermentasyon süresinin ve ısıl işlemin sucuğun kimyasal kompozisyonuna, titrasyon asitliği, serbest yağ asidi ve tiyobarbiturik asit değerlerine, yağ asitlerinin dağılımına, renk, kalıntı nitrit, nitrozomyoglobin, toplam pigment, nitrozopigmente dönüşüm oranı parametrelerine, aroma bileşenlerinin seviyelerine, toplam mezofil aerobik bakteri, laktik asit bakteri, stafilokok-mikrokok ve koliform bakteri sayılarına ve duyuşal özelliklerine etkileri incelenmiştir. Araştırmada, 2-3 günlük fermentasyonun sonunda ısıl işlem uygulamasıyla standart ve tüzüklerde belirtilen geleneksel sucuk pH seviyesine ulaşabildiği, pH değerinden etkilenen renk, tekstür, tat, aroma ve birçok özellik bakımından geleneksel sucuk niteliklerine yakın ısıl işlem uygulanmış sucuk üretmenin mümkün olduğu, 2-3 günlük fermentasyonun sonunda düşen pH'ya bağılı olarak ısıl işlem uygulamasıyla mikrobiyal yıkımın arttığı, ısıl işlem uygulaması ile lipit oksidasyonun hızlandığı, ısıl işlem görmüş sucukların daha açık bir renk ve daha düşük kalıntı nitrit değeri verdiği ve ısıl işlemin nitrozomyoglobin miktarı ile nitrozopigmente dönüşüm oranının arttığı belirlenmiştir. Ayrıca sucukların uçucu aroma bileşenlerinin fermentasyon süresince ve ısıl işlem uygulamasıyla değıştiği, bazı bileşiklerin seviyelerinde değışiklikler olduğu, bazı yeni bileşiklerin oluştuğu, baharattan kaynaklanan bazı uçucu aroma bileşiklerinin ısıl işlem uygulamasıyla birlikte kaybolduğu ve geleneksel sucuğun tat, koku ve lezzeti ısıl işlem uygulanmış sucukta oluşmadığı da tespit edilmiştir.

Dalmış ve Soyer (2008) geleneksel yöntem ve ısıl işlem (68°C’de 15 dakika) uygulanarak üretilen starter kültür (*S. xylosus* + *P. pentosaceus*) ve starter kültürsüz sucuklarda olgunlaştırma ve depolama sırasındaki proteolitik değişimleri araştırmışlardır. Araştırmada, en önemli değişimin fermentasyon aşamasında gerçekleştiği ve bu aşamada protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarının daha fazla artış gösterdiği, depolama sırasında geleneksel yöntemle üretilen starter kültürlü ve kültürsüz sucuklarda proteolitik aktivitede az bir artış olduğu ve ısıl işlemden sonra ısıl işlem uygulanmış sucuklarda protein denatürasyonundan dolayı sarkoplazmik ve myofibriller proteinlerde daha fazla parçalanma görüldüğü saptanmıştır.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Sucuk Yapımında Kullanılan Et, Yağ, Katkı Maddeleri ve Kılıf

Araştırmada kullanılan sığır eti ve kuyruk yağı, EBK Kurumu Erzurum Et Kombinasından temin edilmiştir. Kesimden sonra bir gün dinlendirilmiş sığır karkaslarının but ve omuz kısımlarından alınan büyük parça etler Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Et Ürünleri İşleme Ünitesi'nde kaba yağ ve bağ dokuları mümkün olduğunca ayrıldıktan sonra küçük parçalar halinde doğranmıştır. Hazırlanan küçük parça etler paslanmaz çelik bir teknede harmanlandıktan sonra PA/PE torbalarda vakum uygulanarak ambalajlanmış ve -40°C'de dondurulduktan sonra -20°C'de muhafaza edilmiştir. Böylelikle hammaddeden kaynaklanabilecek farklılıklar ortadan kaldırılmıştır. Kuyruk yağı da küçük parçalar halinde doğrandıktan sonra PA/PE torbalarda vakum uygulanarak ambalajlanmış ve -40°C'de dondurulduktan sonra -20°C'de muhafaza edilmiştir.

Sucuk hamuruna katılan tuz, sarımsak ve baharat, Erzurum piyasasından temin edilmiştir. Sucuk hamurunun doldurulmasında Naturin firmasının suni bağırsakları (çap 38mm, kollogen materyal, Naturin Darm) kullanılmıştır. Araştırmada kürlenme maddesi olarak sodyum nitrit (NaNO₂) kullanılmıştır.

3.1.2. Starter Kültürler

Araştırmada, starter kültür olarak Kaban ve Kaya (2008) tarafından geleneksel sucuklardan izole ve identifiye edilen *Lactobacillus plantarum* GM77+ *Staphylococcus xyloso* GM92 suşları kullanılmıştır. Starter kültürler kullanılmadan önce *L. plantarum* MRS (Merck) sıvı besiyerinde, *S. xyloso* ise TSB (Merck) sıvı besiyerinde 37°C'de 24

saat süreyle inkübe edilmiştir. *L. plantarum* yaklaşık 10^7 /g, *S. xylosum* ise 10^6 /g seviyesinde sucuk hamurlarına ilave edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Sucuk Hamurunun Hazırlanması

Sucuk hamurunun hazırlanmasında %80 yağsız sığır eti, %20 kuyruk yağı kullanılmıştır. Formülasyonda yer alan baharat ve katkı maddelerinin seçiminde Gökalp'ın (1982) belirttiği reçete esas alınmış, ancak tuz oranı %2,5, şeker oranı ise %0,4 olarak değiştirilmiştir (Kaya ve Gökalp 2004a). Bu reçete esas alınarak her bir kg et–yağ karışımı için 25g tuz, 10g sarımsak, 4g sakaroz, 7g kırmızıbiber, 5g karabiber, 9g kimyon ve 2,5g yenibahar kullanılmıştır.

Sucuk hamurunun hazırlanmasında laboratuvar tipi cutter (MADO Typ MTK 662, Dornhan /Schwarzwald) kullanılmıştır. Cuttere ilk önce et konmuş ve cutter yaklaşık 10 devir yaptıktan sonra baharat ve sakaroz ilave edilmiştir. Etler, yaklaşık 4-5mm'lik irilik elde edilinceye kadar parçalandıktan sonra yağ ilavesi yapılmış ve cutterleme işlemine devam edilmiştir. Bu esnada karışıma starter kültür, nitrit ve tuz katılmıştır. Hazırlanan sucuk hamurunun doldurulmasında laboratuvar tipi pistonlu doldurucu (MADO Typ MTK 591, Dornhan / Schwarzwald) kullanılmıştır. Sucuk hamuru suni bağırsaklara (38mm, Naturin Darm) yaklaşık 175-200g civarında doldurulup bağlanmıştır. Hazırlanan sucuklar 2 gruba ayrılmış, 1. grup kontrol grubu, 2. grup ise ısıl işlem grubu olarak işaretlenmiştir.

3.2.2. Olgunlaştırma ve Isıl İşlem

Dolum işleminden sonra sucuklar oda şartlarında yaklaşık 4 saat bekletilerek dengeleme işlemi yapılmış ve bu dengeleme sürecinden sonra sıcaklığı ve bağıl nemi otomatik olarak ayarlanabilen klima ünitesine (Reich, Germany) alınmıştır. Klima ünitesinde sıcaklık ilk gün $24 \pm 1^\circ\text{C}$, 2. ve 3. günde $22 \pm 1^\circ\text{C}$, 4. ve 5. günde $20 \pm 1^\circ\text{C}$ ve 6-9.

günlerde $18\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlanmıştır. Bağıl nem ise $\%92\pm 2$ 'den $\%84\pm 2$ 'ye kademeli olarak düşürülmüştür. Hava cereyanı ise hızlıdan yavaşa doğru yine kademeli olarak düşürülmüştür. Olgunlaştırmanın belirli günlerinde (0, 1, 2, 3, 4, 5, 7 ve 9. gün) 2. grup olarak işaretlenen sucuklardan örnekler alınmış ve Kadakçioğlu Et İşleme Tesisinde pişirme fırınında (Arı Torna) 65°C 'lik iç sıcaklık (merkez nokta sıcaklığı) normu uygulanarak ısıtma işlemi tabii tutulmuştur. Isıtma işlemi sonrasında soğuk su duşu kullanılarak sucuklar hızlı bir şekilde soğutulmuştur. Isıtma işlemi uygulanmış sucuklar tekrar klima ünitesine konulmamış, doğrudan analizler için laboratuara alınmıştır. Ancak olgunlaştırmanın 5. gününde ısıtma işleminden sonra sucukların bir kısmı tekrar klima ünitesine yerleştirilmiş, 2 günlük kurutma ($18\pm 1^{\circ}\text{C}$) işleminden sonra duyu analizi ve uçucu bileşik analizlere tabii tutulmuştur.

3.2.3. Örneklerin Alınması ve Analizlere Hazırlanması

Analizler, sucuk hamurunda (0. gün) ve olgunlaştırmanın belirli günlerinde (1, 2, 3, 4, 5, 7 ve 9. gün) şansa bağlı olarak seçilen sucuklarda yapılmıştır. 0. gün analizleri için, doluma hazır hale gelen sucuk hamurlarından ilk önce su aktivitesi (a_w) değeri belirlenmesi için özel plastik kaplara, mikrobiyolojik analizler için stomacher torbalarına ve diğer analizler için ise cam kavanozlara örnekler alınmıştır. Belirlenen diğer analiz günlerinde, her gruptan alınan sucukların kılıfları steril bıçak ve pens yardımıyla soyulmuş ve yine ilk olarak a_w ölçümü için özel plastik kaplara örnekler alınmıştır. Arta kalan sucuklar dilimlenmiş ve mikrobiyolojik analizler için gerekli örnekler alındıktan sonra pH ve TBARS analizler için örnekler alınmıştır. Duyusal analiz ve uçucu bileşiklerin analizleri için ise olgunlaştırmanın 7. gününde örnekler alınmıştır.

3.2.4. Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizler için, 25g örnek steril plastik torbaya tartılmış, üzerine 225ml steril fizyolojik su ($\%0.85$ NaCl (Merck)) ilave edilerek Stomacher'de (Lab Stomacher Blander 400-BA 7021, Sewardmedical) homojenize edilmiştir. Daha sonra bu

homojenattan steril serum fizyolojik tuzlu su (%0,85 NaCl) kullanılarak uygun dilüsyonlar hazırlanmış ve aşağıda belirtilen sayımlar yapılmıştır.

3.2.4.a. Laktik Asit Bakteri Sayımı

Sucuk örneklerinde laktik asit bakteri sayımı için MRS Agar (de Man Rogosa Sharpe Agar) (Merck) kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan daha önce dökülmüş MRS Agar plaklarına yüzeye yayma yöntemiyle ekim yapılmıştır. 30°C'de 2 günlük anaerobik inkübasyondan sonra, katalaz (-) koloniler dikkate alınarak laktik asit bakteri sayısı saptanmıştır.

3.2.4.b. *Micrococcus/Staphylococcus* Sayımı

Micrococcus/Staphylococcus sayımı için, MSA(Mannitol Salt Phenol Red Agar (Merck)) kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan daha önce dökülmüş MSA Agar plaklarına yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Ekimi yapılan plaklar 30°C'de 2 gün aerobik olarak inkübe edilmiştir. Katalaz (+) ve Gram (+) koklar dikkate alınarak sayı belirlenmiştir.

3.2.4.c. Enterobacteriaceae Sayımı

Uygun dilüsyonlardan VRBD Agar (Violet Red Bile Dextrose Agar (Merck)) plaklarına 0,1'er ml aktarılarak yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Petri plakları 30°C'de 2 gün anaerobik şartlarda inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonucunda koloni sayımı yapılarak Enterobacteriaceae sayısı tespit edilmiştir.

3.2.5. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

3.2.5.a. Su aktivitesi (a_w) Değerinin Belirlenmesi

Örneklerin a_w değeri, a_w cihazı (Novasina, TH-500 a_w Sprint) kullanılarak belirlenmiştir. Cihaz öncelikle altı farklı NaCl çözeltisi ile kalibre edilmiştir. Örneklerin bulunduğu özel plastik kapların kapakları açılarak cihazın ölçme kabineine yerleştirilmiş ve a_w değeri belirlenmiştir.

3.2.5.b. pH Değerinin Belirlenmesi

Homojen hale getirilmiş örneklerden 10'ar gram paralelli olarak tartılıp üzerine 100ml saf su ilave edilerek Ultra – Turrax (IKA Werk Tp 18 – 10 20.000 UpM) ile 1 dak homojenize edildikten sonra pH değerleri pH–metre (ATI ORION 420 A The Scrafft Center 529 Main Street, Boston, MA 02129, USA) ile okunarak belirlenmiştir (Gökalp vd 2001). pH metre kullanılmadan önce uygun tampon çözeltiler (pH 4,0 ve pH 7,0) ile kalibre edilmiştir.

3.2.5.c. Tiyobarbutirik asit reaktif substans (TBARS) analizi

Homojen hale getirilen örneklerden 2g santrifüj tüplerine alınmış, üzerine 12ml TCA çözeltisi [%7,5 TCA, %0,1 EDTA, %0,1 Propil gallat (3ml etanolde çözülür)] aktarılmıştır. TCA ilave edilen örnekler 15–20s süreyle ultraturrax da (IKA Werk T 25, Germany) homojenize edildikten sonra Whatman 1 filtre kâğıdından süzölmüştür. Süzöntüden 3ml alınıp deney tüpüne aktarılmış ve üzerine 3ml TBA (0,02M) çözeltisi aktarılıp iyice karıştırılmıştır. Deney tüpleri 100°C'de 40dak su banyosunda bekletildikten sonra 5dak soğuk su içerisinde soğutulmuş ve ardından santrifüj (Hermle ZK 380, Germany) işleminden (2000g'de 5dak) sonra 530 nm de spektrofotometrede (Aquamate Thermo electron corporation, England) absorbansı okunmuştur. Elde edilen değerler aşığıdaki formöl kullanılarak TBARS değerleri hesaplanmıştır. Standardın

hazırlanmasında TEP (1,1,3,3, tetraetoksipropan) kullanmış ve k değeri hesaplanmıştır. Sonuç $\mu\text{mol malonaldehit/g}$ olarak verilmiştir (Lemon 1975).

TBARS= $(\text{absorbans/ k (0,06) x 2/1000) x 6,8) x 1000/ \text{örnek ağırlığı}$

3.2.5.d. Duyusal analiz

Olgunlaştırılmış sucuklar eğitimli 10 panelist tarafından hedonik tip skala (1–9) kullanılarak duyuşal olarak değeriendirilmiştir. Değeriendirmede kullanılan duyuşal panel formu aşığıda verilmiştir.

Örnek No:

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

Belirtmek istediğiniz hususları yazınız

3.2.5.e. Uçucu bileşiklerin belirlenmesi

Marco *et al.* (2004) tarafından verilen metot modifiye edilerek kullanılacaktır. Uçucu bileşiklerin ekstraksiyonu SPME (Supelco, Bellefonte, PA) sistemi kullanılarak gerçekleştirilecektir. Tanımlamada ise gaz kromatografisi (GC, Agilent Technologies 6890N) / kütle spektrometrisi (MS, Agilent Technologies 5973) kullanılacaktır. Tanımlamak için kütle spektrometrisinin kütüphanesinden (NIST, WILEY, FLAVOR) yararlanılarak ayrıca kovats indeksini belirlemek için standart mikslerden faydalanılmıştır. Sonuçlar, arbitrary alan birimi ($\times 10^{-6}$) olarak verilmiştir.

3.2.5.f. İstatistiki analizler

Araştırmada üretim yöntemi (geleneksel ve ısı işlem) ve olgunlaştırma süresi (0, 1, 2, 3, 4, 5, 7 ve 9 gün) faktör olarak alınmış ve denemeler 2 x 8 faktöriyel düzende tam şansa bağlı deneme planına göre 2 tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür. Ancak duyu analizi ile uçucu bileşik analizleri sadece olgunlaşmasını tamamlamış sucuklarda gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen verilere varyans analizi uygulanmış ve önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

4.1.1 pH

Geleneksel yöntem (kontrol) ve ısıı işlem uygulanarak üretilen sucuklarda olgunlaştırma süresince belirlenen pH değerleri izelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.1’den de görüldüğü üzere ısıı işlem uygulanmış sucuklarda olgunlaştırma süresince kontrol grubuna göre daha yüksek pH değerleri belirlenmiştir. Ancak olgunlaştırma süresi ilerledikçe iki grup arasındaki farklılıklar azalmıştır. Araştırmada iki üretim yönteminde de starter kültür (*Lactobacillus plantarum* GM77 ve *Staphylococcus xylosus* GM92) kullanıldığından hızlı bir asitleşme olmuş ve dolayısıyla pH değerinde hızlı bir dŐŐŐ gerçekleŐmiŐtir. Starter kültür olarak kullanılan *L. plantarum* GM77 suşunun sucukta iyi bir geliŐme göstererek hızlı bir asitleŐmeye neden olduğu Kaban ve Kaya (2009a ve 2009b) ile Kaban ve Kaya (2010) tarafından da belirlenmiştir. Diğer taraftan ticari starter kültürler kullanılarak üretilen sucuklar üzerinde yürütülen araştırmalarda da starter kültür kullanımının pH üzerinde çok önemli etkisinin olduğunu tespit edilmiştir (Vural 1998; Aksu 2003; Kaban ve Kaya 2006; Gençcelep *et al.* 2007) .

Çizelge 4.1. Kontrol grubu ile ısıtıl işlem uygulanmış sucuklarda olgunlaştırma süresince belirlenen pH değerleri

		Olgunlaştırma süresi (Gün)							
	Tekerrür	0	1	2	3	4	5	7	9
Kontrol	1	5,82	5,83	5,08	4,76	4,70	4,77	4,71	4,75
	2	5,81	5,77	5,21	4,83	4,78	4,76	4,73	4,76
Isıl işlem	1	6,14	5,93	5,37	4,94	4,90	4,85	4,83	4,77
	2	6,03	5,96	5,26	4,91	4,75	4,89	4,82	4,79

Sucukların pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.2'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre ana varyasyon kaynakları olan üretim yöntemi ve olgunlaştırma süresinin sucukların pH değeri üzerinde çok önemli ($P<0,01$) etkileri söz konusudur. Üretim yöntemi ve olgunlaştırma süresi interaksiyonunun ise sucukların pH değerinde önemli ($P>0,05$) bir etkisi olmamıştır (Çizelge 4.2). Sucuklarda ısıtıl işlem uygulamasının pH değeri üzerinde etkili olduğu konu ile ilgili diğer araştırmalarda da belirlenmiştir (Erçoşkun 2006; Toptancı 2007; Yürür 2007). Diğer taraftan olgunlaştırma süresinin özellikle de fermentasyon aşamasının sucukların pH değeri üzerinde çok önemli etkisinin olduğunu belirten çok sayıda araştırma mevcuttur (Vural 1998, Aksu 2003; Kaban ve Kaya 2006; Bozkurt ve Bayram 2006; Erçoşkun 2006; Genççelep *et al.* 2007; Kaban ve Kaya 2010). Sucuk ve diğer fermente sosislerin üretiminde pH anahtar rol oynayan bir iç faktördür. Fermente sosis hamurunda spontan olarak bulunan ve starter kültür olarak ilave edilen laktik asit bakterilerinin en önemli fonksiyonu şekerlerden laktik asit oluşturmalarıdır (Kaya ve Kaban 2010) .

Çizelge 4.2. Kontrol grubu ile ısıtılmış sucuklarda olgunlaştırma süresince belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Üretim yöntemi(ÜY)	1	0,134	51,563**
Olgunlaştırma süresi(OS)	7	1,020	392,606**
ÜY x OS	7	0,005	1,965
Hata	16	0,003	–
Genel	32	–	–

** P < 0.01 seviyesinde önemli

Kontrol grubu ile ısıtılmış sucukların pH değerlerine ait ortalamalar ile olgunlaştırma değişkenine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Olgunlaştırma süresinin ilk 4 gününde sucukların pH değeri düşüş göstermiştir. Olgunlaştırmanın 2. gününde $5,23 \pm 0,12$ olarak belirlenen ortalama pH değeri olgunlaştırmanın 3. gününde $4,86 \pm 0,08$ ’e düşmüştür. Olgunlaştırmanın 4. gününde de pH değerinde düşüş olmuş, daha sonraki günlerde ise istatistikî olarak önemli değişim olmamıştır. Bu sonuçlara göre sucuk üretiminde starter kültür kullanılması durumunda ilk 3 gün içerisinde pH 5’in altına düşmektedir. Bozkurt ve Bayram (2006) ile Kaban ve Kaya (2010) da laktik starter kültürlerin sucukta olgunlaştırmanın ilk 3 gününde pH’yı 5’in altına düşürdüğünü belirtmişlerdir.

Sucuk ve diğer fermente ürünlerde asit oluşum hızı ve derecesi, fermente sosise hamuruna katılan şekerin miktar ve çeşidi, üretim teknolojisi (fermentasyon sıcaklığı ve olgunlaştırma süresi) ve kullanılan starter kültürün tipine oldukça bağlıdır (Lücke 1985; Gökalp vd 2004; Kaya ve Kaban 2010). Mevcut bu araştırmada sucuk hamuruna %0.4 oranında sakaroz ilave edilmiş, başlangıç fermentasyon sıcaklığı ise 24 °C alınmıştır. Bu şartlarda 2 günlük fermentasyon sonucunda her iki yöntemde de erişilen pH, ürünün kuruması ve arzu edilen sertliğin oluşması açısından yeterlidir. Ancak 3 günlük bir fermentasyon ürün güvenliği açısından oldukça önemlidir.

Olgunlaştırma süresince ısıtma işlemi uygulanmış sucuklarda kontrole göre daha yüksek ortalama pH değeri belirlenmiştir. Çizelge 4.3'den de görüldüğü üzere iki gruba ait ortalama değer arasında 0,13 birimlik bir fark söz konusudur. Isıtma işlemi görmüş sucuklarda pH'nın yüksek çıkmasının protein denatürasyonundan ileri geldiği belirtilmiştir (Erçoşkun *et al.* 2010). Isıtma işlemi uygulanmış sucukların geleneksel yöntemle üretilen sucuklara göre daha yüksek pH değeri verdiği diğer araştırmalarda da belirlenmiştir (Erçoşkun 2006; Tayar 1994; Çoşkuner 2002; Filiz 1996). Yürür (2007) tarafından ısıtma işlemi (60°C'lik merkez sıcaklığında 15 dak.) uygulanan sucuklar üzerinde yürütülen araştırmada da, ısıtma işleminin az da olsa pH değerini artırdığı saptanmıştır. Diğer bir araştırmada ise pH değerindeki artışın ısıtma işlemi şartlarına bağlı olduğu belirlenmiş, ısıtma işlemi öncesi 4,99 olan pH değeri, 60°C'de 15 dak. , 65°C'de 10 dak. ve 70°C'de 1 sn olarak gerçekleştirilen uygulamalarda sırasıyla 5,12, 5,15 ve 5,24 olarak bulunmuştur. Ancak 60°C ve 65°C'de ısıtma işlemi uygulanan sucuklar arasındaki farkın istatistikî olarak önemli olmadığı belirtilmiştir (Toptancı, 2007).

Çizelge 4.3. Sucukların olgunlaştırılması sırasında belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Olgunlaşma Süresi (Gün)	0	1	2	3	4	5	7	9
	5,95a (0,16)	5,87b (0,09)	5,23c (0,12)	4,86d (0,08)	4,78de (0,08)	4,82de (0,06)	4,77e (0,06)	4,77e (0,02)
Üretim yöntemi	Kontrol				Isıtma işlemi			
	5,07b (0,46)*				5,20a (0,52)			

Aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farklıdır(P<0,05)

*standart sapma

4.1.2. Su Aktivitesi (a_w)

Geleneksel yöntem (kontrol) ve ısıtım işlem uygulanarak üretilen sucuklarda olgunlaştırma süresince belirlenen a_w değerleri Çizelge 4.4’de verilmiştir. Sucukların a_w değerleri olgunlaştırma süresi ilerledikçe düşmüştür. Her iki denemede (1. ve 2. tekerrür) de ısıtım işlem uygulanmış sucuklar kontrole göre daha düşük değerler vermiştir. Olgunlaştırmanın 7. gününde hem kontrol ve hem de ısıtım işlem grubunda a_w değeri 0,90’nın altına düşmüştür. Buna göre her iki yöntemle üretilen sucuklar da mikrobiyolojik açıdan stabildir.

Çizelge 4.4. Kontrol grubu ile ısıtım işlem uygulanmış sucuklarda olgunlaştırma süresince belirlenen a_w değerleri

		Olgunlaştırma süresi (Gün)								
		Tekerrür	0	1	2	3	4	5	7	9
Kontrol	1		0,953	0,950	0,942	0,937	0,922	0,910	0,890	0,882
	2		0,952	0,947	0,944	0,934	0,920	0,907	0,890	0,887
Isıtım işlem	1		0,948	0,943	0,934	0,928	0,915	0,907	0,892	0,874
	2		0,949	0,942	0,928	0,930	0,919	0,905	0,878	0,877

Varyasyon kaynaklarından üretim yöntemi ve olgunlaştırma süresi a_w değeri üzerinde çok önemli ($P<0,01$) etkide bulunmuştur. Üretim yöntemi + olgunlaştırma süresi interaksyonunun ise önemli ($P>0,05$) bir etkisi olmamıştır (Çizelge 4.5). Olgunlaştırma süresinin sucuğun a_w değeri üzerinde çok önemli etkiye sahip olduğu diğer araştırmacılar tarafından da tespit edilmiştir (Kaya ve Kaban 2006; Kaban ve Kaya 2009 a,b; Kaban ve Kaya 2010) Araştırmada laktik kültür olarak *Lactobacillus plantarum* GM77 suşunun kullanılmasının, a_w değerinin hızlı düşmesinde etkisi olmuştur. Nitekim sucuk üretiminde starter kültür kullanımının etkilerinin incelendiği araştırmalarda,

laktik starter kültür kullanılarak üretilen sucuklarda a_w 'nin doğal fermentasyon uygulanan sucuklara göre daha hızlı düşüş gösterdiği belirlenmiştir (Kaban ve Kaya 2006; Genççelep vd 2007; Kaban ve Kaya 2009b). Sucukta starter kültür ve spontan olarak bulunan laktik asit bakterileri asit oluşturmakta ve oluşan asit pH'yı düşürmektedir. Fermentasyon aşamasında pH'nın et proteinlerinin izoelektrik noktasına kadar düşmesi neticesinde su tutma kapasitesi azalmakta, ürünün kuruması kolaylaşmaktadır. Kuruma ile birlikte suyun bir kısmı uzaklaşmakta ve buna bağlı olarak a_w değeri düşüş göstermektedir (Lücke 1985; Gökalp vd 2004; Kaya ve Kaban 2010).

Çizelge 4.5. Kontrol grubu ile ısıtılmış sucuklarda olgunlaştırma süresince belirlenen a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Üretim yöntemi(ÜY)	1	0,000	29,280**
Olgunlaştırma süresi(OS)	7	0,003	269,784**
ÜYx OS	7	9,48E-0,06	0,925
Hata	16	1,03E-005	—
Genel	32	—	—

** P < 0.01 seviyesinde önemli

Kontrol grubu ile ısıtılmış sucukların a_w değerlerine ait ortalamalar ile olgunlaştırma değişkenine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Olgunlaştırmanın 0. gününde 0.951 ± 0.002 olarak belirlenen ortalama a_w değeri 5. günde 0.900 ± 0.002 'ye düşmüştür. Ancak ısıtılmış sucuklar kontrol grubuna göre daha düşük ortalama a_w değeri vermiştir (Çizelge 4.6). Erçoşkun (2006) da benzer sonucu nem miktarında belirlemiş, ancak fermentasyon süresi ilerledikçe ısıtılmış öncesi ve sonrası arasındaki farkın önemli ölçüde azaldığını vurgulamıştır. Yürür (2007) ise ısıtılmış öncesi ortalama %49,75 olan rutubet miktarını ısıtılmış sonrası ortalama %48,56 olarak tespit etmiştir. Toptancı (2007) ise farklı ısıtılmış normlarını incelediği araştırmasında, ısıtılmış öncesi %49,92 olan rutubet miktarını, 60°C'de ısıtılmış uygulanan sucuklarda %48,80, 65°C'de ısıtılmış uygulanan sucuklarda %48,65, 70°C'de ısıtılmış uygulanan sucuklarda ise

%48,41 olarak belirlemiştir. Kurt (2006) tarafından yapılan araştırmada farklı bir sonuç elde edilmiştir. Araştırmacı ısıtma işleminin nem değeri açısından önemli bir farklılığa neden olmadığını belirtmiştir. Dalmış ve Soyer (2008) tarafından yürütülen araştırmada ise 5 günlük üretim prosesi (3 gün fermentasyon, 68°C’de 15 dak.’lık ısıtma işlemi, 2 gün kurutma) uygulanarak üretilen starter kültürü sucuklarda 5. günde 0,942’lik bir a_w değeri, 9 günlük geleneksel üretimde ise 9. günde 0,902’lik a_w değeri belirlenmiştir. Araştırmalar arasındaki bu farklılıklarda fermentasyon, ısıtma işlemi ve kurutma şartları ile kullanılan starter kültürün tipinin yanı sıra etin kıyılma derecesi ile sucuk hamuruna ilave edilen tuz ve şeker oranlarının etkili olduğu düşünülmüştür.

Çizelge 4.6. Sucukların olgunlaştırılması sırasında belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Olgunlaşma Süresi (Gün)	0	1	2	3	4	5	7	9
	0,951a (0,002)	0,946b (0,004)	0,937c (0,007)	0,932c (0,004)	0,919d (0,003)	0,900e (0,002)	0,888f (0,06)	0,880g (0,006)
Üretim yöntemi	Kontrol				Isıl işlem			
	0,923a (0,026)*				0,917b (0,026)			

Aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farklıdır(P<0,05)
*Standart sapma

4.1.3. TBARS

Geleneksel yöntem (kontrol) ve ısıtma işlemi uygulanarak üretilen sucuklarda olgunlaştırma süresince belirlenen TBARS değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir. TBARS, et ve et ürünlerinde lipid oksidasyonunun derecesini belirlemede yaygın olarak kullanılan bir analizdir. Lipid oksidasyonunun bir göstergesi olan TBARS değeri olgunlaştırma süresi ilerledikçe artmıştır. Isıtma işlemi uygulanmış sucuklarda olgunlaştırma süresince kontrol grubuna göre daha yüksek TBARS değerleri belirlenmiştir. Et ve et ürünlerinde acılaşmaya neden olan lipid oksidasyonu arzu edilen bir reaksiyon olmamakla birlikte, sucuk, salami, rohwurst, salchichon, chorizo gibi fermente sosisler ile pastırma ve ham gibi kür edilmiş kurutulmuş et ürünlerinde tipik aromanın ana kaynağıdır (Ordenez *et al.* 1999; Kaban 2010; Kaban 2009).

Çizelge 4.7. Kontrol grubu ile ısıt işlem uygulanmış sucuklarda olgunlaştırma süresince belirlenen TBARS değerleri

		Olgunlaştırma süresi (Gün)							
	Tekerrür	0	1	2	3	4	5	7	9
Kontrol	1	6,54	8,39	10,49	13,19	12,27	12,41	15,19	15,07
	2	8,68	8,84	10,88	13,94	11,22	13,83	16,21	16,55
Isıl işlem	1	8,46	10,38	12,70	13,87	15,07	15,75	17,23	17,95
	2	7,78	10,76	13,14	14,05	13,60	15,53	17,79	17,28

Kontrol grubu ve ısıt işlem uygulanmış sucukların olgunlaştırma süresince belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarının her ikisinin de sucukların TBARS değerleri üzerinde çok önemli ($P < 0,01$) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Üretim yöntemi ve olgunlaştırma süresi interaksiyonunun ise TBARS değerine önemli ($P > 0,05$) bir etkisi olmamıştır (Çizelge 4.8). Sucuk üzerinde yürütülen diğer araştırmalarda da olgunlaştırma süresi (Gençcelep *et al.* 2007, Kaban ve Kaya 2009b, Kurt 2006) ve ısıt işlemin (Erçoşkun *et al.* 2010) lipid oksidasyonu üzerinde çok önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Kontrol grubu ile ısıtıl işlem uygulanmış sucuklarda olgunlaştırma süresince belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Üretim yöntemi(ÜY)	1	23,874	48,813**
Olgunlaştırma süresi(OS)	7	39,241	80,233**
ÜY x OS	7	0,707	1,446
Hata	16	0,489	—
Genel	32	—	—

** P < 0.01 seviyesinde önemli

Sucukların olgunlaştırma süresi ve üretim yöntemi değişkenlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir. Sucukların TBARS değerleri olgunlaştırma süresince artış göstermiş, ancak 3. gün ile 4. güne ait ortalamalar arasındaki fark istatistikî olarak önemsiz ($P > 0,05$) bulunmuştur. Aynı şekilde son iki analiz günlerine ait ortalamalar da birbirinden istatistikî olarak farksızdır ($P > 0,05$)(Çizelge 4.8). TBARS değerinde benzer bir artış Kaban ve Kaya (2009b) tarafından da tespit edilmiştir. Isıtıl işlem uygulaması sucuğun TBARS değerinde artışa neden olmuştur. Ortalama TBARS değeri kontrol grubunda $12,11 \pm 2,30$ $\mu\text{mol MDA/kg}$, ısıtıl işlem grubunda $13,83 \pm 3,19$ $\mu\text{mol MDA/kg}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Erçoşkun (2006) da sucukta ısıtıl işlemin lipid oksidasyonunu artırdığını tespit etmiştir. Araştırmacı ısıtıl işlem uygulanan ve uygulanmayan sucuklarda fermentasyon süresince TBA değerinde görülen artışın istatistikî olarak önemli olduğunu, ancak ısıtıl işlem öncesi ve sonrası arasındaki farkın fermentasyon süresince azalma gösterdiğini ve ayrıca geleneksel yöntemle üretilen sucukların ısıtıl işlem uygulanan sucuklara göre daha düşük TBA değeri verdiğini belirtmiştir. Mevcut bu araştırmamızda da geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda olgunlaştırma süresince daha düşük TBARS değerleri saptanmıştır. Kurt (2006) ise fermentasyon süresinin artışı ile birlikte TBA değerinin artış gösterdiğini, ancak bu değer üzerinde ısıtıl işlem sıcaklığının önemli bir etkisinin olmadığını bildirmiştir.

Çizelge 4.9. Sucukların olgunlaştırılması sırasında belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Olgunlaşma Süresi(Gün)	0	1	2	3	4	5	7	9
	7,86f (0,96)	9,59e (1,15)	11,80d (1,31)	13,76bc (0,39)	13,06c (1,67)	14,38b (1,57)	16,60a (1,15)	16,71a (1,23)
Üretim yöntemi	Kontrol			Isıl işlem				
	12,11b (2,30)*			13,83a (3,19)				

Aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farklıdır(P<0,05)
*:Standart sapma

4.1.4. Laktik asit bakteri sayısı

Kontrol grubu ile ısıl işlem uygulanmış sucukların olgunlaşma süresince belirlenen laktik asit bakteri sayıları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Kontrol grubunda 0. günde (sucuk hamuru) laktik kültür (*Lactobacillus plantarum* GM77) ilavesinden dolayı 10^7 kob/g düzeyinde laktik asit bakterisi belirlenmiştir. Isıl işlem grubunda ise 0. gün 10^4 kob/g düzeyinde laktik asit bakterisi belirlenmiştir. Bu grupta dolundan sonra 0. gün için ayrılan sucuklar dengeleme işleminden hemen sonra ısıl işleme tabi tutulmuştur. Isıl işlemde sonra yapılan sayım sonucunda kontrol grubuna göre laktik asit bakteri sayısında 3 logaritmik birim civarında bir redüksiyon olduğu görülmüştür. Bir günlük fermentasyondan sonra gerçekleştirilen ısıl işlemde de hemen hemen aynı oranda redüksiyon olmuştur. Kontrol grubunda laktik asit bakteri sayısı 3. günde maksimum düzeye ulaşmıştır (Çizelge 4.10). Sucuk fermentasyonunda laktik asit bakterilerinin genellikle 3. günde yüksek sayılara ulaştığı diğer araştırmalarda da belirlenmiştir (Kaban ve Kaya 2009 a, b; Genççelep *et al.* 2007; Kaban ve Kaya 2010).

Çizelge 4.10. Kontrol grubu ile ısıt işlem uygulanmış sucuklarda olgunlaşma süresince belirlenen laktik asit bakteri sayıları (log kob/g)

	Tekerrür	Olgunlaştırma süresi (Gün)							
		0	1	2	3	4	5	7	9
Kontrol	1	7,37	6,92	8,15	8,22	8,03	6,70	7,60	8,07
	2	7,29	7,80	7,20	8,10	8,10	7,77	8,09	7,73
Isıl işlem	1	4,34	4,50	4,52	4,45	3,38	3,83	4,19	3,85
	2	4,49	4,36	4,45	4,49	3,69	3,60	4,24	3,92

Kontrol grubu ile ısıt işlem uygulanmış sucuklarda olgunlaştırma süresince belirlenen laktik asit bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Buna göre ana varyasyon kaynaklarından üretim yöntemi laktik asit bakteri sayısı üzerinde $P < 0,01$ düzeyinde etkili olmuştur. Olgunlaştırma süresinin ise önemli ($P > 0,05$) bir etkisi görülmemiştir. Bu durum muhtemelen ısıt işlem grubundaki sayıların çok az değişmesinden kaynaklanmaktadır. Çizelge 4.10’da verilen sayılardan da anlaşılacağı üzere kontrol grubunda laktik asit bakteri sayısında 3. günde 0. güne göre yaklaşık 1 logaritmik birimlik artış olmuştur. Çizelge 4.11’den de görüldüğü gibi üretim yöntemi ve olgunlaştırma süresi interaksyonu da laktik asit bakteri sayısı üzerinde $P < 0,05$ düzeyinde etkisi olmuştur. Sucuk ve diğer fermente et ürünlerinde laktik asit bakterileri önemli rol oynamaktadır. Bu mikroorganizmalar asit oluşturarak gıda kaynaklı patojenler ile bozulmaya neden olan bakterilerin gelişimini engellemekte, ayrıca bu ürünlerin organoleptik özelliklerinin gelişiminde önemli katkıları olmaktadır. Ancak sürekli ve güvenilir bir asitleşme için bu bakterilerin starter kültür olarak fermente sosis hamurlarına ilave edilmesi büyük önem arz etmektedir. Starter kültür kullanılarak üretilen ürünlerde fermentasyonun kontrolü mümkün olmakta, asit oluşum hızı ve derecesi, formülasyonda kullanılan şekerin çeşit ve miktarı, fermentasyon sıcaklığı gibi faktörlerle kolaylıkla kontrol edilebilmektedir (Rödel 1985; Kaban ve Kaya 2010).

Çizelge 4.11. Kontrol grubu ile ısıt işlem uygulanmış sucuklarda olgunlaştırma süresince belirlenen laktik asit bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Üretim yöntemi(ÜY)	1	100,962	947,945**
Olgunlaştırma süresi(OS)	7	0,234	2,199
ÜY x OS	7	0,303	2,845*
Hata	16	0,107	—
Genel	32	—	—

** P <0.01 seviyesinde önemli;

* P<0.05 seviyesinde önemli

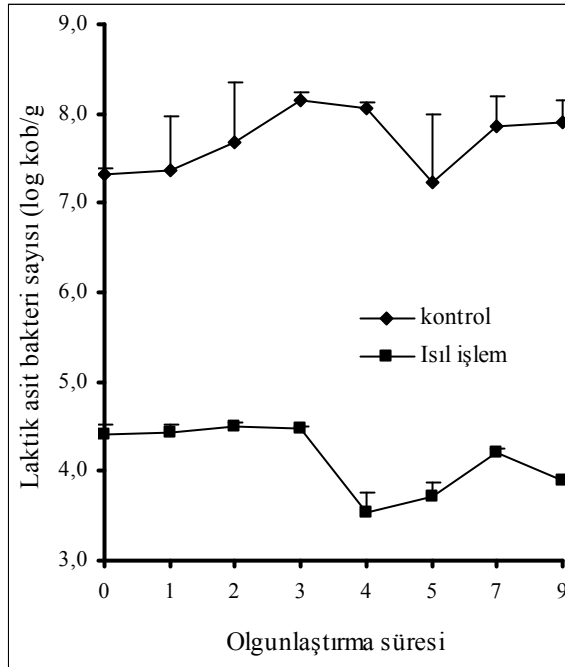
Sucukların olgunlaştırma süresi ve üretim yöntemi değişkenlerine ait laktik asit bakteri sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. En yüksek ortalama değer olgunlaştırmanın 3. gününde tespit edilmiştir. Ancak bu ortalama değer ile diğer ortalamalar arasında istatistikî olarak bir farklılık görülmemiştir ($P>0,05$). Isıt işlem uygulanmış sucuklar ise kontrol grubuna göre daha düşük ortalama değer vermiştir. Buna göre mevcut bu araştırmada uygulanan 65°C’lik iç sıcaklık uygulaması laktik asit bakteri sayısında ortalama olarak yaklaşık 3,5 logaritmik birimlik bir azalmaya neden olmuştur. Ercoşkun (2006) sucuk hamurunda 7,65 log kob/g olan laktik asit bakteri sayısının ısıt işlem uygulanmayan sucuklarda 0. günde 6,89 log kob/g, 1. günde 7,38 log kob/g, 3. günde 9,18 log kob/g, 6. günde 8,61 log kob/g ve geleneksel sucuklarda (9. gün) 8,63 log kob/g, ısıt işlem uygulanan sucuklarda ise 0. günde 2,86 log kob/g, 3. günde 4,22 log kob/g ve 6. günde 2 log kob/g olarak belirlemiş ve ayrıca ısıt işlem uygulamasının laktik asit bakteri sayısını önemli derecede düşürdüğünü vurgulamıştır. Kurt (2006) ise fermentasyon süresinin 7. gününe kadar laktik asit bakteri sayısının arttığını, daha sonraki günlerde ise azalma eğilimi gösterdiğini, ısıt işlemin laktik asit bakteri sayısının düşüşü üzerinde etkili olduğunu ve bu etkinin 50°C’nin üzerinde yavaş olmak üzere, özellikle 60°C’nin üzerinde hızlı bir şekilde olduğunu belirtmiştir.

Çizelge 4.12. Sucukların olgunlaştırılması sırasında belirlenen laktik asit bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Olgunlaşma Süresi(Gün)	0	1	2	3	4	5	7	9
	5,87a (1,68)	5,89a (1,73)	6,08a (1,88)	6,31a (2,13)	5,80a (2,62)	5,47a (2,08)	5,89a (2,32)	5,92a (2,32)
Üretim yöntemi	Kontrol				Isıl işlem			
	7,70a (0,47)*				4,14b (0,38)			

Aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farklıdır(P<0,05)
*:Standart sapma

Sucukların laktik asit bakteri sayıları üzerinde önemli (P<0,05) etkisi saptanan üretim yöntemi ve olgunlaştırma süresi interaksyonuna ait grafik Şekil 4.1’de verilmiştir. Buna göre laktik asit bakteri sayısı kontrol grubunda ilk üç gün içerisinde 1 logaritmik birimlik artış göstermiştir. Isıl işlem grubunda ise aynı sürede laktik asit bakteri sayısında önemli bir değişim olmamıştır. Diğer bir ifadeyle sayı artışına paralel olarak redüksiyon oranı da artmıştır. Daha sonraki günlerde de bazı farklılıklar görülmüştür



Şekil 4.1. Sucukların laktik asit bakteri sayısı üzerine üretim yöntemi ve olgunlaştırma süresi interaksyonunun etkisi

4.1.5. *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı

Kontrol grubu ile ısıtıl işlem uygulanmış sucukların olgunlaştırma süresince belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayıları Çizelge 4.13’de verilmiştir. Kontrol grubunda 0. günde (sucuk hamuru) *Staphylococcus xylosus* GM92 suşunun starter kültür olarak sucuk hamuruna ilavesinden dolayı yaklaşık 10^7 kob/g düzeyinde *Micrococcus/Staphylococcus* belirlenmiştir. Kontrol grubunda olgunlaştırma süresince sayıda azalmalar olmuş, ancak *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı bir örnek hariç 1×10^6 kob/g’in altına düşmemiştir. Benzer sonuçlar aynı karışık kültür (*Lactobacillus plantarum* GM77 + *Staphylococcus xylosus* GM92) kullanılarak üretilen hızlı olgunlaştırılmış sucuklarda da belirlenmiştir (Kaban ve Kaya 2010). Kaban ve Kaya (2009b) tarafından aynı kültür kullanılarak üretilen sucuklarda *Micrococcus/Staphylococcus* sayısında az da olsa bir artış tespit edilmiştir. Bu sonuçlar muhtemelen fermentasyon aşamasındaki farklı pH değerlerinden kaynaklanmaktadır. Nitekim aside hassas bu mikroorganizmaların fermente sosislerde çok az geliştiği veya hiç gelişmediği ve bundan dolayı fermente sosis hamuruna yüksek konsantrasyonda (10^6 - 10^7 kob/g) ilave edilmesi gerektiği bildirilmiştir (Lücke 1985). Isıtıl işlem uygulanmış grupta ise ısıtıl işlemin etkisiyle *Micrococcus/Staphylococcus* sayısında azalma olmuştur (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Kontrol grubu ile ısıtıl işlem uygulanmış sucuklarda olgunlaştırma süresince belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına (log kob/g)

	Tekerrür	Olgunlaştırma süresi (Gün)							
		0	1	2	3	4	5	7	9
Kontrol	1	6,90	6,48	6,31	6,35	6,32	6,70	6,18	6,21
	2	6,80	6,82	6,60	6,06	6,38	6,20	6,16	5,70
Isıtıl işlem	1	4,70	5,21	4,98	4,98	4,23	4,32	4,19	4,16
	2	4,52	4,74	4,66	4,47	4,31	4,18	4,46	4,36

Kuru ve yarı-kuru fermente sosislerde teknolojik öneme haiz mikrokok/stafilokoklar, nitrat redüktaz ve katalaz aktiviteleri ile renk oluşumu ve stabilizasyonunda, lipolitik ve proteolitik özellikleri ile tat ve koku bileşiklerinin oluşumunda önemli fonksiyonlara sahiptirler (Ordonez *et al.* 1999). Kontrol grubu sucuklar ile ısıtım işlem uygulanarak üretilen sucukların olgunlaştırma süresince belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir. Buna göre ana varyasyon kaynakları olan üretim yöntemi ve olgunlaştırma süresi sucukların *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarında çok önemli ($P<0,01$) değişikliklere neden olmuştur. Çizelge 4.15’de verilen Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından da görüldüğü gibi süre ilerledikçe *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı azalmıştır. Ancak bu azalma 9 günlük periyotta bir logaritmik birimin altındadır. Analiz günlerinin tümünde ortalama sayı 10^5 kob/g düzeyindedir. Isıtım işlem uygulaması ise *Micrococcus/Staphylococcus* sayısında yaklaşık 2 logaritmik birimlik redüksiyona neden olmuştur. Buna göre *S. xylosus* GM92 suşunun, *L. plantarum* GM77 suşuna göre ısıya karşı gösterdiği direnç daha yüksektir.

Erçoşkun (2006) ise ısıtım işlem uygulanmayan sucuklarda fermentasyonun 0. gününde 6,82 log kob/g, 6. gününde 4,37 log kob/g, geleneksel sucukta ise 4,53 log kob/g *Micrococcus/Staphylococcus* belirlemiş, fermentasyon süresince *Micrococcus/Staphylococcus* sayısının azaldığını ve bu azalmanın istatistikî olarak önemli olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca ısıtım işlem uygulamasıyla *Micrococcus/Staphylococcus* sayısının azaldığı, ısıtım işlem sonrası sucuklarda 0. gün 5,51 log kob/g *Micrococcus/Staphylococcus* sayısının 6. günde 1 log kob/g’nin altına düştüğü ve ısıtım işlem sonrası sucuk örneklerinin *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı üzerinde fermentasyon süresinin etkisinin istatistikî olarak önemli olduğu belirtilmiştir. Kurt (2006) tarafından yürütülen araştırmada ise *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı üzerinde fermentasyon süresinin etkisinin önemli olduğu, fermentasyon süresinin 10. gününe kadar sayının düştüğü, ısıtım işlemin etkisiyle *Micrococcus/Staphylococcus* sayısının 50°C’nin üzerinde yavaş bir şekilde düşerken, sıcaklığın daha yüksek değerlere ulaşmasıyla birlikte düşüşün daha fazla arttığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.14. Kontrol grubu ile ısıt işlem uygulanmış sucuklarda olgunlaştırma süresince belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Üretim yöntemi(ÜY)	1	27,565	564,501**
Olgunlaştırma süresi(OS)	7	0,247	5,063**
ÜY x OS	7	0,081	1,653
Hata	16	0,049	—
Genel	32	—	—

** P < 0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.15. Sucukların olgunlaştırılması sırasında belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Olgunlaşma Süresi(Gün)	0	1	2	3	4	5	7	9
	5,73a (1,30)	5,81a (1,00)	5,64ab (0,96)	5,46abc (0,89)	5,31bc (1,20)	5,35bc (1,29)	5,25c (1,10)	5,11c (1,00)
Üretim yöntemi	Kontrol				Isıl işlem			
	6,39a (0,31)*				4,53b (0,32)			

Aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farklıdır(P<0,05)
*:Standart sapma

4.1.6. Enterobacteriaceae sayısı

Kontrol grubu ile ısıt işlem uygulanmış sucukların olgunlaştırma süresince belirlenen Enterobacteriaceae sayıları her iki denemede de olgunlaştırmanın başlangıcında (0. gün) ve diğer analiz günlerinde 10^2 kob/g'dan daha az düzeyde bulunmuştur. Sucuk hamurlarında (0. gün) Enterobacteriaceae sayısının saptanabilir sınırın altında olması üretimde kullanılan çiğ materyalin hijyenik kalitesinin iyi olduğunu göstermektedir. Sucuğun olgunlaştırılması sırasında düşen pH ve a_w değerlerine bağlı olarak bu familya üyelerinin sayısında önemli bir redüksiyon olduğu pek çok araştırmada belirlenmiştir (Kaya ve Gökalp 2004 a,b; Aksu ve Kaya 2004; Kaban ve Kaya 2006; Genççelep vd 2007).

4.1.7. Duyusal analiz

Araştırmada, olgunlaştırmanın 5. gününde ısıl işlemden sonra örneklerin bir kısmı tekrar klima ünitesine yerleştirilmiş ve 2 günlük kurutmadan sonra duyusal değerlendirmeye alınmıştır. Kontrol grubu sucuklar ile ısıl işlem uygulanan olgunlaştırılmış sucukların duyusal analizine ait sonuçlar izelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Kontrol grubu ile ısıl işlem uygulanmış sucuklara ait duyusal analiz sonuçları

	Tekerrür	Renk	Tekstür	Koku	Tat	Genel Edilebilirlik	Kabul
Kontrol	1	6,05	7,00	6,95	7,19	7,43	
	2	6,04	7,10	7,14	7,48	7,19	
Isıl işlem	1	7,75	6,24	6,90	6,33	6,29	
	2	7,90	6,05	6,81	6,9	6,57	

Kontrol grubu sucuklar ile ısıl işlem uygulanan sucukların duyusal analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları izelge 4.17'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre ısıl işlemin sucukların, koku ve tat duyusal parametreleri üzerinde istatistikî olarak önemli ($P>0,05$) bir etkisi olmamıştır. Buna karşın ısıl işlem tekstür, renk ve genel kabul edilebilirlik üzerinde $P<0,05$ düzeyinde etki göstermiştir (izelge 4.17).

Çizelge 4.17. Sucuklarının duyu analizi puanlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Renk	
		KO	F
Üretim yöntemi	1	2,560	70,621*
Hata	2	0,036	
Genel	4		
Tekstür			
Üretim yöntemi	1	0,819	71,065*
Hata	2	0,012	
Genel	4		
Koku			
Üretim yöntemi	1	0,036	3,267
Hata	2	0,011	
Genel	4		
Tat			
Üretim yöntemi	1	0,518	5,070
Hata	2	0,102	
Genel	4		
Genel Kabul Edilebilirlik			
Üretim yöntemi	1	0,774	22,776*
Hata	2	0,034	
Genel	4		

*P<0,05 seviyesinde önemli

Isıl işlem değişkenine ait duyu analizi puan ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir. Isıl işlem uygulamasının koku ve tat puanı üzerinde önemli bir etkisi olmamış ve kontrol grubu ile ısıl işlem grubuna ait ortalamalar birbirine oldukça yakın çıkmıştır. Renk, ısıl işlem uygulanan sucuklarda kontrole göre daha yüksek bir ortalama vermiştir. Tekstür ve genel kabul edilebilirlik açısından kontrol grubu daha yüksek puanlarla değerlendirilmiştir (Çizelge 4.18). Erçoşkun (2006) tarafından yürütülen araştırmada ise duyu analizi olgunlaştırma süresince yapılmış ve duyu kalite kriterleri bakımından ısıl işlem uygulanan sucuklarda fermentasyon süresinin ve üretim şeklinin etkilerinin önemli olduğu belirlenmiştir. Kurt (2006) ise genel kabul edilebilirlik değerlerinin fermentasyon

süresinin 8. gününe kadar ve ısıtma sıcaklığının 60°C'ye kadar yükselmesi ile birlikte arttığını ve daha sonraki günlerde ve daha yüksek sıcaklıklarda düştüğünü belirtmiştir.

Çizelge 4.18. Sucuklarının duyu analizi sonuçlarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	Üretim yöntemi	
	Kontrol	Isıl işlem
Renk	6,48±0,60a	7,76±0,20b
Tekstür	7,05±0,07a	6,15±0,13b
Koku	7,05±0,13a	6,86±0,06a
Tat	7,34±0,21a	6,62±0,40a
Genel kabul edilebilirlik	7,31±0,17a	6,43±0,20b

Aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farklıdır (P<0,05)

4.1.8. Uçucu bileşikler

Kontrol grubu ile ısıtma uygulanan sucukların uçucu bileşiklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19'da, üretim yöntemine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.20'de verilmiştir. Sucuklarda dekan, undekan, nonadekan, dodekan, tridekan, tetradekan ve tritettrakontan olmak üzere 7 alifatik hidrokarbon belirlenmiştir. Üretim yöntemi undekan, tetradekan ve tritettrakontan üzerinde P<0,01 düzeyinde, nonadekan, dodekan ve tridekan üzerinde ise P<0,05 düzeyinde etkili olmuştur (Çizelge 4.20). Tritettrakontan sadece kontrol grubunda tespit edilmiştir. Isıl işlem, undekan, nonadekan, tridekan ve tetradekan seviyelerinde de düşüşe neden olmuştur. Dekan ve dodekan miktarlarında ise ısıtma sonucunda artış olmuştur. Ancak dekan miktarındaki artış istatistikî olarak önemsiz (P>0,05) bulunmuştur (Çizelge 4.20). Kaban ve Kaya (2009b) sucukta alifatik hidrokarbon olarak pentadekan ve heksadekan belirlemişler ve olgunlaştırma başlangıcında oldukça düşük seviyede bulunan bu bileşiklerin olgunlaştırmanın son günlerinde önemli derecede artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Kaban ve Kaya (2010) ise sucukta alifatik hidrokarbon olarak dekan, nonan, undekan, dodekan, tridekan ve heptan belirlemişlerdir.

Araştırmada sucuklarda belirlenen aromatik hidrokarbonlardan toluen, 1-metil,4-(1-metiletil)-benzen ve 1-metil,4-(1-metiletetil)-benzen bileşiklerinin toplam pik alanındaki payları yüksektir. Isıl işlem uygulaması sadece toluen, stiren ve 1H-pirrol,1-metil üzerinde istatistikî olarak etkili olmuştur ($P<0,01$) (Çizelge 4.19). Toluen seviyesi ısıl işlem uygulamasıyla önemli derecede düşmüştür (Çizelge 4.20). Sucuk üzerinde yürütülen diğer araştırmalarda aromatik karbon olarak toluen, stiren, 1,3-bis (1,1-dimetiletil) benzen, 1-metoksi-4-(1-propenil)-benzen, 1,2-dimetoksi,4-(1 propenil) ve 1,2-dimetoksi,4-(2-propenil)-benzen ve 1H-pirrol,1-metil belirlenmiştir (Kaban ve Kaya 2009b; Kaban ve Kaya 2010). Aromatik hidrokarbonlar diğer fermente kuru sosislerde de belirlenmiştir (Berdagué *et al.* 1993; Mateo ve Zumalacarregui, 1996; Meynier *et al.* 1999; Flores *et al.* 2004; Bianchi *et al.* 2007; Andrade *et al.* 2010; Sun *et al.* 2010). Aromatik hidrokarbonların kaynakları oldukça farklıdır. Sucukta önemli miktarda bulunan toluen, lipid degradasyonu sonucu oluşabilmektedir. Bu bileşik aynı zamanda hayvan yemi olarak kullanılan otlarda da bulunmaktadır (Berdagué *et al.* 1993; Meynier *et al.* 1999). Toluen amino asit katabolizması sonucu da oluşabilmektedir (Marco *et al.* 2008).

Üretim yöntemi asetoik (3-hidroksi-2-butanon) üzerinde çok önemli ($P<0,01$) derecede etkili olmuştur (Çizelge 4.19). Sucuklarda keton olarak sadece bu bileşik belirlenmiştir. Isıl işlem bu bileşiğin miktarını önemli ölçüde düşürmüştür (Çizelge 4.20). Kaban ve Kaya (2010) yavaş olgunlaştırma ile starter kültür (*L. plantarum* ve *S. xylosus*) kullanımının fermentasyon prosesinde oluşan bu bileşiğin miktarını artırdığını belirtmişlerdir. Toldra *et al.* (2001) karbonhidrat fermentasyonu sırasında bu tür spesifik bileşiklerin oluşumunun kullanılan starter kültüre bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Sucuklarda asetik asit ve propanoik asit olmak üzere iki asit belirlenmiştir. Üretim yöntemi her iki bileşik üzerinde de çok önemli ($P<0,01$) etkiye sahiptir (Çizelge 4.19). Isıl işlem uygulamasıyla asetik asit miktarında çok önemli derecede azalma olmuştur (Çizelge 4.20). Asetik asit, sucuk (Kaban ve Kaya 2009a,b; Kaban 2010; Kaban ve Kaya 2010) ve diğer fermente sosislerde de saptanmıştır (Schmidt ve Berger 1998; Flores *et al.* 2004). Bu bileşik homofermantatif laktik asit bakterileri ve stafilokoklar

tarafından üretildiği gibi yağ asidi oksidasyonu ve alanin katabolizması sonucunda da oluşmaktadır (Montel *et al.* 1998; Spaziani *et al.* 2009). Diğer bir kısa zincirli doymuş asit olan propanoik asit ise ısıtılma işleminde tamamen yok olmuştur (Çizelge 4.20). Erçoşkun (2006) ise kaprik, laurik ve miristik asitleri sadece ısıtılma işlemi uygulanmamış sucuklarda tespit etmiş, ısıtılma işlemi uygulanmış sucuklarda ise bu asitlerin ısıtılma işlemiyle kaybolduğunu belirtmiştir.

Alkol olarak sucuklarda etanol, 1-hekzanol, α -metil-benzenmetanol, 4-(1-metiletil)-benzenmetanol, 2-butoksi-etanol ve 1-fenoksipropan-2-ol saptanmıştır. Miktar olarak en fazla bulunan alkol etanoldür. Bu bileşik ile 4-(1-metiletil)-benzenmetanol üzerinde üretim yönteminin çok önemli ($P<0,01$) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Üretim yönteminin 2-butoksi-etanol etkisi ise $P<0,05$ düzeyinde olmuştur. Üretim yöntemi diğer alkollerin seviyelerinin de ise önemli ($P>0,05$) bir farklılığa neden olmamıştır (Çizelge 4.19). Isıtılma işleminin etkisiyle bir karbonhidrat fermentasyon ürünü olan etanolün miktarı oldukça düşmüştür (Çizelge 4.20.). Kaban ve Kaya (2010) alkol olarak sucuklarda etanol, kükük alkol, izoamil alkol, 1-hekzakosanol, 2-etil-1-dodekanol, α -metilbenzil alkol ve α -propil-benzenmetanol belirlemişler ve etanol miktarını yavaş olgunlaştırma ile *L. plantarum* ve *S. xylosus* suşlarından oluşan karışık kültürün önemli derecede artırdığını belirtmişlerdir. Mevcut bu araştırmamızda, etanol miktarının yüksek olması da bu suşların starter kültür olarak kullanılmasından ileri gelmektedir. Diğer taraftan Kaban ve Kaya (2009b) sucukta belirledikleri α -2-propenil-benzenmetanol ve 2-etil,1-hekzanol bileşiklerini üzerinde starter kültür kullanımının önemli bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Fermente sosislerde alkollerin en önemli kaynaklarının lipit oksidasyonu, karbonhidrat metabolizması ve amino asit katabolizması olduğu bildirilmektedir (Mateo and Zumalacarregui 1996).

Aldehitler arasında konsantrasyonu oldukça yüksek olan 2-metil-3-fenil propanal'ın sucukta bulunan önemli bir aldehittir (Kaban ve Kaya 2009a,b; Kaban ve Kaya 2010). Bu bileşik ile pentanal üzerinde üretim yöntemi çok önemli ($P<0,01$) derecede etkili olmuştur (Çizelge 4.19) Isıtılma işlemi 2-metil-3-fenil propanal'ın seviyesini yaklaşık iki kat artırırken propanal seviyesini düşürmüştür (Çizelge 4.20). Diğer aldehitler (3-

metilbutiraldehit, laurik aldehit, hekzanal) üzerinde ise istatistikî olarak bir farklılığa neden olmamıştır. Lipid oksidasyonu ve amino asit katabolizmasında kaynaklanan aldehitler diğer fermente sosislerde de belirlenmiştir (Mateo and Zumalacarregui 1996; Edwards *et al.* 1999; Misharina *et al.* 2001; Sunesen *et al.* 2001; Flores *et al.* 2004; Bianchi *et al.* 2007).

Fermente et ürünlerinde uçucu bileşiklerin iki önemli kaynağı lipit otooksidasyonu ve mikrobiyal metabolizmadır (Marco *et al.* 2008). Mikrobiyal metabolizma, karbonhidrat fermentasyonu, amino asit degradasyonu, *Staphylococcus* esteraz aktivitesi ve lipid β - oksidasyonu olmak üzere 4 alt gruba ayrılmaktadır (Marco *et al.* 2006; Sun *et al.* 2010). Araştırmada sucuklarda ester olarak etil asetat, etil laktat, butanoik asit etil ester, oktanoik asit etil ester, pentanoik asit etil ester, hekzanoik asit 2-etil etil ester, hekzanoik asit etil ester saptanmıştır. Bu bileşiklerden etil asetat ve etil laktat üzerinde ısıl işlem oldukça etkili olmuş ve her iki bileşiğin de miktarını düşürmüştür. Isıl işlem butanoik asit etil ester seviyesini de düşürmüştür (Çizelge 4.20). Pentanoik asit etil ester, hekzanoik asit 2-etil etil ester ve hekzanoik asit etil ester ısıl işlemde etkilenmemiştir (Çizelge 4.19). Diğer taraftan ısıl işlem az da olsa oktanoik asit etil ester seviyesini artırmıştır (Çizelge 4.20). Kaban ve Kaya (2010) tarafından yürütülen araştırmada ise sucuklarda ester olarak etil asetat, etil laktat, butanoik asit etil ester, butanoik asit 3-metil etil ester, 2,4- hekzadienoik asit etil ester, oktanoik asit etil ester ve dekanolik etil ester belirlenmiş ve esterler arasında etil asetat ve 2,4-hekzadienoik asit etil ester diğer esterlere göre daha yüksek değerlere sahip olduğu bildirilmiştir. Mevcut bu araştırmamızda da etil asetatın miktarı yüksektir. Et ürünlerinde esterler genellikle karboksilik asitlerin ve alkollerin esterifikasyonu sonucu oluşmaktadır. Etil ester gibi düşük molekül ağırlıklı esterler karbonhidrat metabolizması sonucunda da oluşabilmektedir (Rotsatchakul *et al.* 2009).

Araştırmada alil metil sülfür, 3,3-tyiobis-1-propen, di-2-propenil disülfür, metil-2-propenil disülfür ve metil thiiran, 1-propen-1-metil- thio, dimetil disülfür ve 2,4-dimetil thiofen sülfürlü bileşikleri belirlenmiştir. Bu bileşiklere ait varyans analiz sonuçlarına göre üretim yöntemi metil thiiran, alil metil sülfür ve 3,3-tyiobis-1-propen sülfürlü

bileşikleri üzerinde çok önemli ($P<0,01$), metil-2-propenil disülfür ve 2,4-dimetil tiofen üzerinde ise önemli ($P<0,05$) etkiye sahiptir. 1-propen-1-metil-thio, dimetil disülfür ve 2,4-dimetil tiofen ise ısıtma işlem uygulamasından etkilenmemiştir ($P>0,05$) (Çizelge 4.19). Isıtma işlem kontrol grubunda yüksek seviyelerde bulunan metil thiran, alil metil sülfür, di-2-propenil disülfür, 3,3-tiyobis-1-propen ve metil-2-propenil disülfür bileşiklerinde önemli düşümlere sebep olmuştur (Çizelge 4.20). Kaban ve Kaya (2010) da bu bileşiklerin geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda seviyelerinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Kaban ve Kaya (2009b) ise sucukta starter kültür kullanımının 3,3-tiyobis-1-propen üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını ancak alil metil sülfür, propen,1,3-epitiyo, metil-2-propenil disülfür ve di-2-propenil disülfür bileşikleri üzerinde önemli etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Kaban ve Kaya (2009b) ise sucukta belirledikleri sarımsak kaynaklı alil metil sülfür, metil-2-propenil disülfür ve di-2-propenil disülfür bileşikleri içerisinde di-2-propenil disülfürün konsantrasyonu daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Mevcut araştırmada belirlenen sülfürlü bileşiklerden di-2-propenil disülfür, 3,3-tiyobis-1-propen ve metil-2-propenil disülfür İspanyol tipi fermente kuru sosislerde de belirlenmiştir (Edwards *et al.* 1999). Sülfürlü bileşikler, dimetil disülfür de olduğu gibi amino asit katabolizması sonucunda da oluşabilmektedir (Marco *et al.* 2008). Diğer taraftan bu araştırmada belirlenen 1-propen-1-metil- thio sülfürlü bileşiği İtalyan tipi düşük asitli fermente sosislerde de belirlenmiş ve bu bileşiğin sarımsaktan değil sarımsak ve diğer et bileşenleri arasındaki bir reaksiyondan kaynaklandığı ileri sürülmüştür (Spaziani *et al.* 2009).

Fermente sosislerde lipid oksidasyonu ve mikrobiyal metabolizmanın yanı sıra ürünün tipine bağlı olarak değişmekle beraber baharat da önemli bir uçucu bileşik kaynağıdır (Marco *et al.* 2008). Baharattan kaynaklanan uçucu bileşiklerin çok önemli bir kısmını terpenler, geri kalan kısmını ise sülfürlü bileşikler, esterler ve alkoller oluşturmaktadır (Spaziani *et al.* 2009). Sucukta (Kaban 2010) ve Milano salami olarak adlandırılan bir fermente kuru sosis tipinde (Meynier *et al.* 1999) tanımlanmış uçucu bileşiklerin önemli bir kısmını terpenler oluşturmaktadır. Mevcut bu araştırmada terpen olarak α -thujen, α -pinen, kamfen, β -pinen, β -myrcen, α -fellendren, 3-karen, α -terpinen, D-limonen, γ -terpinen, eukaliptol, linalool, 4-terpinenol, safranal, karvakrol, kopaen, β -

elemen, eugenol, izokaryofillen, karyofillen ve α -karyofillen belirlenmiştir. Bu bileşiklerden α -pinen, β -pinen, 3-karen, D-limonen, γ -terpinen, eukaliptol, linalool ve safranal üzerinde üretim yönteminin çok önemli ($P<0,01$) etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Üretim yöntemi β -myrcen, α -fellendren ve karyofillen üzerinde ise $P<0,05$ düzeyinde etkili olmuştur. Kamfen, γ -terpinen, 4-terpinenol, karvakrol, kopaen, β -elemen, eugenol, izokaryofillen ve α -karyofillen ise ısıtma işlemi uygulamasından etkilenmemiştir (Çizelge 4.19). Kontrol grubu sucuklarda fazla miktarda bulunan β -pinen, 3-karen, D-limonen ve γ -terpinen ısıtma işlemi sonunda önemli oranda azalmıştır. Aynı şekilde α -thujen, α -pinen, β -myrcen, α -fellendren, eukaliptol, linalool ve karyofillen seviyeleri de ısıtma işlemi uygulamasıyla düşüş göstermiştir. Safranal ise ısıtma işlemi sonucunda oluşmuştur. Buna göre ısıtma işlemi uygulaması sırasında önemli seviyelerde bulunan terpenlerde kayıplar olmakta, az miktarda da olsa yeni birkaç bileşik oluşabilmektedir. Erçoşkun (2006) α -terpineol'un ısıtma işlemi uygulanmayan sucuklarda bulunduğunu, ısıtma işlemi sonrası sucuklarda tespit edilemediğini, bu bileşenin mikrobiyal etkilerle limonen'e ve limonen üzerinde birçok farklı moleküle dönüşebildiğini belirtmiştir. Aynı araştırmacı karabiberde, kimyonda, acı kırmızıbiberde, tatlı kırmızıbiberde ve yenibaharda değişik miktarlarda belirlediği eugenol bileşiğini sucuk fermentasyonu sırasında artış gösterdiğini ve ısıtma işleminin eugenol miktarını arttırdığı bildirmiştir. Aynı araştırma kapsamında metil eugenol de incelenmiş ve ısıtma işlemi uygulaması ile bu bileşende büyük oranda kayıp olduğu tespit edilmiştir (Erçoşkun 2006).

Çizelge 4.19. Kontrol grubu ile ısıtılmış işlem uygulanmış sucukların uçucu bileşiklerine ait varyans analiz sonuçları

Bileşik adı	SD	KO	F
Etanol	1	116287,682	283,145**
Metil thiiran	1	48872,180	36,164**
Etil Asetat	1	6128,010	23,824**
Asetik asit	1	16838,104	42,173**
Alil metil sülfür	1	25793,927	180,999**
3-metilbutiraldehit	1	5,171	1,326
Pentanal	1	20,093	56,153**
1-propen-1-metil- thio	1	13,681	2,537
Dimetil disülfür	1	6,720	0,666
3-hidroksi-2-butanon(asetoin)	1	16,007	43,655**
1H-pirrol, 1-metil	1	0,406	18,478*
Toluen	1	1260,630	64,378**
Propanoik asit	1	19,802	130,560**
Butanoik asit, etil ester	1	178,870	16,546*
Hekzanal	1	145,238	7,031
Etil laktat	1	722,265	57,754**
3,3-tyiobis-1-propen	1	5873,759	44,680**
p-ksilen	1	1,949	2,422
2,4-dimetil thiofen	1	2,614	17,667*
Stiren	1	3,405	14,547*
1-Hekzanol	1	14,727	1,309
Pentanoik asit, etil ester	1	0,018	0,089
α -Thujen	1	231,260	10,915*
α -Pinen	1	865,681	38,089**
Metil-2-propenil disülfür	1	1885,408	19,954*
2-butoksi-etanol	1	312,337	12,182*
Kamfen	1	16,667	1,926
β .-Pinen	1	9656,082	64,604**

Çizelge 4.19 (Devam)

Dekan	1	20,387	3,424
β -myrcen	1	717,883	13,606*
α -fellendren	1	483,304	8,197*
3-karen	1	11150,833	38,944**
Hekzanoik asit, etil ester	1	0,564	1,257
α -terpinen	1	12,013	4,484
D-Limonen	1	8074,002	22,077**
1-metil,4-(1-metiletil)-benzen	1	16186,582	5,322
Eukaliptol	1	291,904	20,594*
γ -Terpinen	1	14565,197	35,884**
Laurik aldehit	1	3,542	0,097
Undekan	1	62,662	44,107**
Fenol	1	8,354	4,292
Tritetrakontan	1	72,454	2760,143**
Disulfit, di-2-propenil	1	5152,112	8,861*
1-metil,4-(1-metiletenil)-benzen	1	30,016	1,695
Hekzanoik asit, 2-etil, etil ester	1	0,144	0,990
Linalool	1	428,584	32,744**
Nonadekan	1	35,527	14,374*
Dodekan	1	3,840	11,294*
Oktanoik asit, etil ester	1	0,583	8,575*
4-Terpinenol	1	0,920	3,285
Tridekan	1	2,042	17,500*
2-metil-3-fenil propanal	1	151,002	76,586**
1-Fenoksipropan-2-ol	1	0,042	0,176
Safranal	1	3,872	41,405**
α -metil-benzenmetanol	1	0,014	0,064
4-(1-metiletil)-benzenmetanol	1	5,960	26,639**
Tetradekan	1	1,490	59,800**

Çizelge 4.19 (Devam)

Karvakrol	1	0,000	0,000
Kopaen	1	0,042	1,316
β .-elemen	1	0,007	0,266
Eugenol	1	0,035	0,149
İzokaryofillen	1	0,170	0,740
1,2-dimetoksi,4-(2-propenil)-benzen	1	0,634	6,827
Karyofillen	1	58,531	11,819*
α .-karyofillen	1	0,060	0,679

**P<0,01,

*P<0,05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.20. Kontrol grubu ile ısıtılmış sucukların uçucu bileşiklerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Bileşik adı	Kontrol	Isıl işlem
Etanol	345,44±19,34a	67,01±21,15b
Metil thiiran	283,97±51,96a	103,47±1,69b
Etil Asetat	80,51±22,55a	16,59±2,42b
Asetik asit	127,68±27,93a	21,73±4,32b
Alil metil sülfür	164,37±14,33a	33,23±8,92b
3-metilbutiraldehit	3,37±2,54a	1,51±1,15a
Pentanal	4,54±0,64a	0,88±0,56b
1-propen-1-metil- thio	5,25±3,25a	2,23±0,47a
Dimetil disülfür	5,86±3,68a	3,74±2,58a
3-hidroksi-2-butanon(asetoin)	6,17±0,60a	2,90±0,61b
1H-pirrol 1-metil	1,78±0,06b	2,30±0,20a
Toluen	36,29±6,05a	7,30±1,61b
Propanoik asit	3,63±0,55a	0,00±0,00b
Butanoik asit, etil ester	14,17±4,54a	3,25±1,01b
Hekzanal	11,73±6,35a	1,89±0,97a
Etil laktat	26,47±4,96a	4,52±0,66b
3,3-tyiobis-1-propen	91,84±13,62a	29,27±8,80b
p-ksilen	3,31±0,26a	2,17±1,24a
2,4-dimetil thiofen,	1,95±0,52a	0,63±0,15b
Stiren	2,14±0,61a	0,63±0,31b
1-Hekzanol	4,58±4,74a	1,44±0,08a
Pentanoik asit, etil ester	0,60±0,10a	0,71±0,63a
α -Thujen	18,45±6,37a	6,03±1,36b
α.-Pinen	31,80±6,58a	7,78±1,46b
Metil-2-propenil disülfür	52,49±13,56a	17,04±2,28b
2-butoksi-etanol	19,63±7,03a	5,20±1,38b
Kamfen	5,13±4,15a	1,80±0,20a
β.-Pinen	105,43±16,87a	25,20±3,80b

Çizelge 4.20 (Devam)

Dekan	8,52±3,39a	4,83±0,67a
β.-myrcen	35,75±9,35a	13,87±4,25b
α.-fellendren	40,89±10,39a	22,94±3,17b
3-karen	140,41±22,49a	54,19±8,18b
Hekzanoik asit, etil ester	3,65±0,39a	3,03±0,86a
α -terpinen	5,37±1,86a	2,54±1,38a
D-Limonen	102,67±22,09a	29,30±15,60b
1-metil,4-(1-metiletil)-benzen	221,98±70,46a	118,10±33,44a
Eukaliptol	15,67±5,32a	1,72±8,35b
γ-Terpinen	125,87±25,61a	27,33±12,28b
Laurik aldehit	7,39±2,01a	8,93±8,32a
Undekan	12,37±1,07a	5,90±1,30b
Fenol	4,96±1,87a	2,60±0,62a
Tritetrakontan	6,95±0,23a	0,00±0,00b
Disulfit, di-2-propenil	84,23±33,80a	25,63±4,54b
1-metil,4-(1-metiletetil)-benzen	22,27±2,37a	17,79±5,46a
Hekzanoik asit, 2-etil, etil ester	1,49±0,12a	1,80±0,53a
Linalool	26,65±4,83a	9,75±1,68b
Nonadekan	7,47±2,00a	2,60±0,96b
Dodekan	3,20±0,80a	1,60±0,20b
Oktanoik asit, etil ester	0,74±0,13b	1,36±0,35a
4-Terpinenol	1,98±0,27a	1,20±0,70a
Tridekan	2,00±0,36a	0,83±0,32b
2-metil-3-fenil propanal	13,37±0,55a	23,40±1,91b
1-Fenoksipropan-2-ol	1,10±0,36a	1,27±0,59a
Safranal	0,00±0,00b	1,61±0,43a
α-metil-benzenmetanol	1,33±0,59a	1,43±0,31a
4-(1-metiletil)-benzenmetanol	3,57±0,65a	1,57±0,16b
Tetradekan	1,57±0,21a	0,57±0,06b
Karvakrol	0,23±0,04a	0,23±0,03a

Çizelge 4.20 (Devam)

Kopaen	0,80±0,20a	0,63±0,15a
β.-elemen	0,40±0,18a	0,33±0,15a
Eugenol	0,89±0,64a	0,73±0,25a
İzokaryofillen	1,80±0,56a	1,47±0,38a
1,2-dimetoksi,4-(2-propenil)-benzen	2,23±0,33a	1,58±0,28a
Karyofillen	13,05±2,67a	6,80±1,66b
α.-karyofillen	0,77±0,33a	0,57±0,26a

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farklıdır(P<0,05);

*Standart sapma

5. SONUÇ

Mevcut bu araştırma, sucuk üretiminde ısıtma işlem uygulamasının (merkez nokta sıcaklığı 65°C) sucuğun uçucu bileşik profiline ve diğer kalitatif özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla kurulmuş ve yürütülmüştür. Araştırmada starter kültür olarak geleneksel sucuklardan izole ve tanımlanmış edilen *Lactobacillus plantarum* GM77 ve *Staphylococcus xylosum* GM92 suşlarından oluşan karışık kültür kullanılmıştır. Sucuklarda pH, a_w ve TBARS analizleri ile laktik asit bakteri ve *Micrococcus-Staphylococcus* sayımları olgunlaştırmanın belirli günlerinde yapılmıştır. Duyusal analiz ile uçucu bileşik analizler ise olgunlaştırılmış sucuklarda gerçekleştirilmiştir. Araştırmada elde edilen verilerden aşağıda verilen genel sonuç ve öneriler çıkarılmıştır.

1. Isıtma işlem uygulanan sucuklarda olgunlaştırma süresince kontrol grubuna göre daha yüksek pH değerleri belirlenmiştir. Ancak olgunlaştırma süresi ilerledikçe iki grup arasındaki farklılıklar azalmıştır. Araştırmada iki üretim yönteminde de starter kültür kullanıldığından hızlı bir asitleşme ve dolayısıyla pH değerinde hızlı bir düşüş olmuştur. Olgunlaştırmanın 2. gününde 5,2 civarında olan pH değeri olgunlaştırmanın 3. gününde 5'in altına düşmüştür. Buna göre sucuk üretiminde starter kültür kullanılması durumunda ilk 3 gün içerisinde pH 5'in altına düşmektedir. Olgunlaştırma süresince ısıtma işlem uygulanmış sucuklarda kontrole göre ortalama 0,13 birim daha yüksek pH değeri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre endüstriyel üretimde laktik kültür kullanmak şartıyla 24°C'lik başlangıç fermentasyon sıcaklığında (<25°C) 3 günlük bir fermentasyonu müteakiben ısıtma işlem uygulanabilir ve daha sonra arzu edilen kuruma derecesine erişilinceye kadar kurutma işlemi yapılabilir. Burada en önemli husus son ürünün a_w değeridir. Ürünün a_w değerinin endüstriyel üretimde yaygın olarak görüldüğü gibi yüksek olması durumunda uygulanan ısıtma şartları oldukça önemlidir. Diğer taraftan bu tip ürünlerin muhafaza sıcaklığı da büyük bir önem arz etmektedir.

2. Isıtma işlem uygulanmış sucuklar kontrole göre daha düşük a_w değerleri vermiştir. Olgunlaştırmanın 7. gününde hem kontrol ve hem de ısıtma işlem grubunda a_w değeri

0.90'nın altına düşmüştür. Buna göre her iki yöntemle üretilen sucuklar da mikrobiyolojik açıdan stabildir,

3. Lipid oksidasyonunun bir göstergesi olan TBARS değeri olgunlaştırma süresince artmış, ısıtma işlemi uygulanan sucuklar olgunlaştırma süresince daha düşük TBARS değerleri vermiştir. Ancak değerler ransit tada neden olacak düzeyde değildir. Isıtma işleminin lipid oksidasyonunu az da olsa hızlandırdığı sucuk üzerinde yürütülen diğer bir çalışmada da belirlenmiştir.

4. Isıtma işlemi uygulaması sucukların mikroorganizma sayısı üzerinde çok önemli etkiye bulunmuştur. Uygulanan 65°C'lik iç sıcaklık uygulaması laktik asit bakteri sayısında yaklaşık 3,5 logaritmik birimlik bir azalmaya neden olmuştur. Isıtma işlemi *Micrococcus/Staphylococcus* sayısında ise yaklaşık 2 logaritmik birimlik redüksiyona neden olmuştur.

5. Isıtma işlemi uygulaması sucuğun koku ve tat puanları üzerinde önemli bir etkiye bulunmamıştır. Renk, ısıtma işlemi uygulanan sucuklarda kontrol grubuna göre daha yüksek bir ortalama vermiştir. Tekstür ve genel kabul edilebilirlik açısından ise kontrol grubu daha yüksek puanlarla değerlendirilmiştir. Ancak puanlar ortalama değer olan 5'e düşmemiştir.

6. Isıtma işlemi uygulamasının uçucu bileşikler üzerinde farklı seviyelerde etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Isıtma işlemi uygulaması undekan, nonadekan, tridekan, tetradekan, tritetrakontan, toluen, asetoin, asetik asit, etil alkol, etil asetat, etil laktat, butanoik asit etil ester, metil tiiran, alil metil sülfür, di-2-propenil disülfür 3,3-tiyobis-1-propen ve metil-2-propenil disülfür β -pinen, 3-karen, D-limonen, γ -terpinen, α -thujen, α -pinen, β -myrcen, α -fellendren, eukaliptol, Linalool ve karyofillen seviyelerini düşürmüştür. Isıtma işlemi uygulamasında dikkat çeken bir sonuç ısıtma işleminin 2-metil-3-fenil propanal'ın seviyesini yaklaşık iki kat artırmasıdır. Safranal ise sadece ısıtma işlemi uygulanan sucuklarda tespit edilmiştir. Sonuç olarak ısıtma işlemi uygulaması sucuğun uçucu bileşik seviyelerinde çok önemli düşümlere neden olmaktadır.

KAYNAKLAR

- Aksu, M. İ. 2003. Türk sucuğu üretiminde *Urtica Dioica L.* (ısırgan otu) kullanımının sucuğun kalitesi üzerine etkisi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 27 (3) 685-693.
- Aksu, M. İ. and Kaya M., 2004. Effect of usage *Urtica dioica L.* on microbiological properties of sucuk, a Turkish dry-fermented sausage. Food Control, 15 (8), 591-595.
- Anar, Ş., Soyutemiz, E., Temelli, S. ve Çetinkaya, F., 2000. Doğal koşullarda üretilen ve ısı işlemi uygulanan sucuklarda starter kültürlerin kullanım olanakları. Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 19(1-2), 51-57.
- Andrade, M.J., Cordoba, J.J., Casado, E.M., Cordoba, M.G., Rodríguez, M., 2010. Effect of Selected Strains of *Debaryomyces hansenii* on The Volatile Compound Production of Dry Fermented Sausage "Salchichon", Meat Science, 85(2), 256-264.
- Anonymous, 2000. Türk Gıda Kodeksi Et Ürünleri Tebliği, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, No 2000-4
- Anonymous, 2007. Isıl İşlem Görmüş Sucuk Benzeri Ürün, Türk Standartları Enstitüsü, TS 13297.
- Berdague, J.L., Monteil, P., Montel, M.C., Talon, R., 1993. Effects of Starter Cultures on the Formation of Flavour Compounds in Dry Sausage. Meat Science, 35(3), 275-287.
- Bianchi, F., Cantoni, C., Careri, M., Chiesa, L., Musci, M., Pinna, A., 2007. Characterization of the Aromatic Profile for the Authentication and Differentiation of Typical Italian Dry-Sausages. Talanta, 72, 1552-1563.
- Bozkurt, H., Bayram, M., 2006. Colour and Textural Attributes of Sucuk During Ripening, Meat Science, 73(2), 344-350.
- Coşkun, Ö., 2002. Türk sucuğunda lipit oksidasyonuna ve serbest yağ asitleri oluşumuna ısıl işlemin etkisi. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Coşkun, Ö., 2008. The effect of processing method and storage time on constituents of Turkish sausages(sucuk) Journal of Food Processing and Preservation 34 125-135.
- Dalmış, U., Soyer, A., 2008. Effect of processing methods and starter culture (*Staphylococcus xylosus* and *Pediococcus pentosaceus*) on proteolytic changes in Turkish sausages (sucuk) during ripening and storage, Meat Science, 80(2), 345-354.
- Değirmencioglu, A., Arslan, M., Gökgözoglu, İ., Tavşanlı, H., 2006. Klasik tip ve ısıl işlem uygulanarak olgunlaştırılan sucukların özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- Ertaş, A.H., Göğüş, A.K., 1980. Değişik Oranlarda Kuyruk Yağı ve Farklı Starter Kullanılmış Olan Sucuklar Üzerine Araştırmalar. Doğa Bilim Dergisi 4 (3), 48-53.

- Edwards, R.A., Ordonez, J.A., Dainty, R.H., Hierro E.M., Hoz, L., 1999. Characterization of the Headspace Volatile Compounds of Selected Spanish Dry Fermented Sausage. *Food Chemistry*, 64, 461–465.
- Ercoşkun, H., 1999. Farklı Starter Kültürler kullanılarak Üretilen Sucukların Bazı Özellikler ve Uçucu Aroma Bileşikleri (Yüksek Lisans Tezi), Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Ercoşkun, H., 2006. Isıl işlem uygulanarak üretilen sucukların bazı kalite özelliklerine fermentasyon süresinin etkileri. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ercoşkun, H., 2010. The effect of different fermentation intervals on the quality characteristics of heat-treated and traditional sucuks. *Meat Science* 85 174–181
- Filiz, N., 1996. Yüksek ısı uygulaması ile üretilen “Türk sucuklarında” starter kültür kullanımı üzerine araştırmalar, Doktora tezi. Uludağ Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Flores, M., Dura, M.A., Marco, A., Toldra, F., 2004. Effect of *Debaryomyces* spp. on Aroma Formation and Sensory Quality of Dry-Fermented Sausages. *Meat Science*, 68,439-446.
- Gençcelep, H., Kaban, G. and Kaya, M., 2007. Effects of Starter Cultures and Nitrite Levels on Formation of Biogenic Amines in Sucuk. *Meat Science*, 77(3), 424-430
- Gökalp, H.Y., 1982. Değişik olgunlaşma sıcaklıklarında farklı starter kültürleri uygulayarak Türk tipi sucuk üretimi. Doçentlik Tezi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Erzurum
- Gökalp, H.Y., Ockerman H.W., 1985. Herstellung von Rohwurst türkischer Art (soudjouk) mit Hilfe verschiedener Starterkulturen und unter verschiedenen Reifungstemperaturen. I. Wachstum der Gesamtkeimzahlen sowie der psychrophilen, proteolitischen und lipolytischen Keime. *Fleischwirtschaft*, 66(10), 1248-1254.
- Gökalp, H.Y., 1995. Fermente et ürünleri, sucuk üretim teknolojisi. Standart, Geleneksel Türk Et Ürünleri Özel Sayısı, Ağustos.
- Gökalp, H.Y., Kaya M. ve Zorba Ö., 2004. Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. Atatürk Üniv. Yayın No: 786, Ziraat Fak. Yayın No: 320, Ders Kitapları Serisi, No: 70, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ofset Tesisi, Erzurum.
- Kaban, G., Kaya, M., 2006. Effect of Starter Culture on Growth of *Staphylococcus aureus* in Sucuk. *Food Control*, 17 (10), 797-801.
- Kaban, G., Kaya, M., 2008. Identification of Lactic Acid Bacteria and Gram-Positive Catalase-Positive Cocci Isolated from Naturally Fermented Sausage (Sucuk), *Journal of Food Science*, 73(8), M385-M388.
- Kaban, G., 2009. Changes in the composition of volatile compounds and in microbiological and physicochemical parameters during pastirma processing. *Meat Science*, 82(1), 17-23.
- Kaban, G., Kaya, M., 2009a. Effects of *Staphylococcus carnosus* on Quality Characteristics of Sucuk (Turkish Dry-Fermented Sausage) During Ripening, *Food Science and Biotechnology*, 18(1), 150-156.
- Kaban, G., Kaya, M., 2009b. Effects of *Lactobacillus plantarum* and *Staphylococcus xylosum* on the Quality Characteristics of Dry Fermented Sausage "Sucuk". *Journal of Food Science*, 74(1), S58-S63.

- Kaban, G., 2010. Volatile Compounds of Traditional Turkish Dry Fermented Sausage (Sucuk) International Journal of Food Properties, 13 (3), 525-534.
- Kaban, G. Kaya, M., 2010. Farklı Proses Şartlarında Olgunlaştırılan Sucukların Uçucu Bileşikleri ve Diğer Kalitatif Özellikleri, Tübitak Tovag 107 O 769 no'lu Proje Sonuç Raporu.
- Kaya, M., Gökalp H. Y., 2004a. The Behavior of *Listeria monocytogenes* in Sucuks Produced with Different Lactic Starter Cultures. Turkish Journal of Veterinary & Animal Science, 28 (6), 1113-1120.
- Kaya, M., Gökalp, H.Y., 2004b. The Effects of Starter Cultures and Different Nitrite Doses on the Growth of *Listeria monocytogenes* in sucuk production. Turkish Journal of Veterinary & Animal Science, 28 (6), 1121-1127,
- Kaya, M., Kaban, G., 2010. Fermente Et Ürünleri. Gıda Biyoteknolojisi, Ed. Necla Aran (2010)., Nobel Yayın Evi.
- Kurt Ş., 2006. Sucuğun bazı özellikleri ve biyojen amin oluşumu üzerinde fermentasyon süresi, nitrit seviyesi nitrit seviyesi ve ısıl işlem sıcaklığı etkisi. Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Van.
- Lemon, D.W., 1975. An Improved TBA Test for Rancidity New Series Circular. No:51.Halifax-Laboratory, Halifax, Nova Scotia.
- Lucke, F. K., 1985. Mikrobiologische Vorgänge bei der Herstellung von Rohwurst und Rohschinken. In: Mikrobiologie und Qualität von Rohwurst und Rohschinken. Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 85-102, Germany.
- Marco, A., Navarro, J.L., Flores, M., 2004. Volatile Compounds of Dry-Fermented Sausages as Affected by Solid-phase Microextraction (SPME), Food Chemistry, 84, 633-641.
- Marco, A., Navarro, J.L., Flores, M., 2006. The Influence of Nitrite and Nitrate on Microbial, Chemical and Sensory Parameters of Slow Dry Fermented Sausage, Meat Science, 73, 660-673.
- Marco, A, Navarro JL, Flores M., 2008. The sensory quality of dry fermented sausages as affected by fermentation stage and curing agents. European Food Research and Technology, 226(3), 449-458
- Mateo, J., Zumalacarregui, J.M., 1996. Volatile Compounds in Chorizo and Their Changes During Ripening, Meat Science, 44(4), 255-273.
- Meyner, A., Novelli, E., Chizzolini, R., Zanardi, E., Gandemer, G., 1999. Volatile Compounds of Commercial Milano Salami. Meat Science, 51, 175-183.
- Misharina, T.A., Andreenkov, V.A., Vashchuk, E.A., 2001. Changes in the Composition of Volatile Compounds During Aging of Dry-Cured Sausages. Applied Biochemistry and Microbiology, 37(4), 480-486.
- Montel, M.C., Mason, F., Talon, R., 1998. Bacterial role in flavour development Meat Science, 49, S111-S123.
- Ordenez, J.A., Hierro,E.M., Bruna, J.M., Hoz, L., 1999. Changes in the Components of Dry-Fermented Sausages During Ripening, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 39(4), 329-367.
- Rodel, W., 1985. Rohwurstreifung-Klima und andere Einflussgrößen. In Mikrobiologie und Qualität von Rohwurst und Rohschinken. Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, S. 60-84.

- Rotsatchakul, P., 2009. Visesanguan, W., Smitinont, T., Chaiseri, S., Changes in Volatile Compounds During Fermentation of Nham (Thai fermented sausage), *International Food Research Journal*, 16, 391-414.
- Schmidt, S., Berger, R.G., 1998. Aroma Compounds in Fermented Sausages of Different Origins. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 31, 559-567.
- Soyer, A., 2005. Effect of Fat Level and Ripening Temperature on Biochemical and Sensory Characteristics of Naturally Fermented Turkish Sausages. *European Food Research and Technology*, 221, 412-415.
- Soyer, A., Ertaş, A.H., Üzümcüoğlu, Ü., 2005. Effect of Processing Conditions on the Quality of Naturally Fermented Turkish Sausages (sucuks). *Meat Science*, 69, 135-141.
- Soyutemiz, E., Çetinkaya, F. ve Anar, Ş. 2001. Yerli sucuklarımızda olgunlaşmanın ve pastörizasyon işlemi uygulamanın *Listeria monocytogenes* üzerine etkisi. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 27(1), 99-113.
- Soyutemiz, E., Oruç, H.H., Ceylan, S. ve Çetinkaya, F. 2004. Farklı teknolojilerle üretilen yerli sucukların üretim aşamalarında nitrat ve nitrit miktarlarında meydana gelen değişiklikler. *Gıda* 29(1), 73-78.
- Spaziani, M., Del Torre, M., Stecchini, M.L., 2009. Changes of Physicochemical, Microbiological, and Textural Properties During Ripening of Italian Low-acid Sausages. Proteolysis, sensory and Volatile profiles, *Meat Science*, 81(1), 77-85.
- Sun, W., Zhao, Q., Zhao, H., Zhao, M., Yang, B., 2010. Volatile Compounds of Cantonese Sausage Released at Different Stages of Processing and Storage, *Food Chemistry*, 121 (2), 319-325.
- Sunesen, O.L., Dorigoni, V., Zanardi, E., Stahnke, L., 2001. Volatile Compounds Released During Ripening in Italian Dried Sausage, *Meat Science*, 58, 93-97.
- Stahnke, L.H., 1999. Volatiles Produced by *Staphylococcus xylosus* and *Staphylococcus carnosus* during Growth in Sausage Minces. Part I. Collection and Identification. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 32, 357-364.
- Tayar, M. 1989. Yerli sucuklarımızın pastörize olarak üretilmeleri üzerine bir araştırma. Doktora tezi Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Tayar, M., 1994. Türk sucuğuna uygulanan ısı işlemlerinin kaliteye etkisi. *Gıda* 19 (1) 17-21.
- Toldra, F., Sanz, Y., Flores, M., 2001. Meat Fermentation Technology. In: Hui YH, Nip WK, Rogers RW, Young OA, editors. *Meat Science and Applications*. New York: Marcel Dekker Inc. p 537-61.
- Toptancı, İ., 2007. Sucuğun renk ve tekstürüne farklı ısıl işlem sıcaklıklarının etkisi. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Vural, H., 1998. The Use of Commercial Starter Cultures in the Production of Turkish Semi-Dry Fermented Sausages. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 207, 410-412.
- Yürür, C., 2007. Isıl işlem uygulanmış sucuklarda nitrit miktarının renk oluşumuna etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Trabzon da doğdu. Lise eğitimini Trabzon Lisesinde tamamladı. Lisans eğitimini Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünde tamamlarken, çift anadal yaptığı aynı Üniversitenin Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği bölümünü bitirdi. 2007 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı.