



**STARTER KÜLTÜR KULLANIMININ
ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ SUCUĞUN UÇUCU
BİLEŞİKLERİ VE DİĞER BAZI
KALİTATİF ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

Zeynep Feyza YILMAZ

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. Güzin KABAN**

2016

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**STARTER KÜLTÜR KULLANIMININ ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ
SUCUĞUN UÇUCU BİLEŞİKLERİ VE DİĞER BAZI KALİTATİF
ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

Zeynep Feyza YILMAZ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2016**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**STARTER KÜLTÜR KULLANIMININ ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ SUCUĞUN
UÇUCU BİLEŞİKLERİ VE DİĞER BAZI KALİTATİF ÖZELLİKLERİNE
ETKİLERİ**

Prof. Dr. Güzin KABAN danışmanlığında, Zeynep Feyza YILMAZ tarafından hazırlanan bu çalışma 11/01/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu** (.../...) ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Halil VURAL

İmza :

Üye : Prof. Dr. Güzin KABAN

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 14/01/2016 tarih ve 03/29 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ertan YILDIRIM
Enstitü Müdürü

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

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

STARTER KÜLTÜR KULLANIMININ ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ SUCUĞUN UÇUCU BİLEŞİKLERİ VE DİĞER BAZI KALİTATİF ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Zeynep Feyza YILMAZ

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Güzin KABAN

Araştırmada, ısıl işlem görmüş sucuk üretiminde starter kültür kullanımının ürünün uçucu bileşikleri ve diğer bazı kalitatif özelliklerine etkisi incelenmiştir. Starter kültür olarak *Lactobacillus sakei* S15 ve *Staphylococcus xylosum* GM92 seçilmiş ve üç farklı sucuk hamuru (kontrol, *L. sakei* S15 ve *L. sakei* S15+S.*xylosum* GM92) hazırlanmıştır. Üretim, kontrollü şartlar altında gerçekleştirilmiştir. Fermantasyon (22°C'de 48 saat) ve ısıl işlem (68°C'lik iç sıcaklık) aşamalarından sonra örnekler kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Sucuk hamurundan ve ayrıca fermantasyon, ısıl işlem ve kurutma işlemlerinden sonra alınan örneklerin uçucu bileşik profili ile mikrobiyolojik ve fiziko-kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Son ürün ise duyu özellikleri yönünden test edilmiştir. Starter kültür kullanımı nem, pH, laktik asit bakterisi, *Micrococcus/Staphylococcus*, TBARS ve L* değeri üzerinde çok önemli (P<0,01) etki göstermiştir. Üretim aşaması ise nem, pH, laktik asit bakterisi, *Micrococcus/Staphylococcus*, TBARS ve L* değerleri üzerinde P<0,01, a* ve b* değerleri üzerinde ise P<0,05 düzeyinde etkili olmuştur. Starter kültür kullanımı tekstür ve koku parametreleri değeri üzerinde etkili olmazken (P>0,05), tat ve genel kabul edilebilirlik değerleri üzerinde çok önemli (P<0,01) farklılıklara neden olmuştur. En yüksek renk puanını *L. sakei* S15+S.*xylosum* GM92 karışık kültürü vermiştir. Sucuk örneklerinden toplam 66 bileşik (9 sülfürlü bileşik, 3 alkol, 4 keton, 7 alifatik hidrokarbon, 6 ester, 8 aldehit, 6 aromatik hidrokarbon, 1 furan ve 22 terpen) tanımlanmıştır. Starter kültür kullanımı 14 bileşik üzerinde çok önemli veya önemli düzeyde etki göstermiştir. Buna karşın üretim aşaması faktörü daha fazla uçucu bileşik üzerinde etki göstermiştir. Kurutma aşamasında bileşiklerin seviyelerinde genellikle artışlar tespit edilmiştir.

2016, 93 sayfa

Anahtar Kelimeler: Isıl işlem görmüş sucuk, *L. sakei*, pH, TBARS, uçucu bileşik

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECTS OF USING STARTER CULTURE ON VOLATILE COMPOUNDS AND SOME OTHER QUALITATIVE PROPERTIES OF HEAT-TREATED SUCUK

Zeynep Feyza YILMAZ

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

Supervisor : Prof. Dr. Güzin KABAN

In this research, effects of using starter culture in heat-treated sucuk production on volatile compounds and some qualitative characteristics of the product were investigated. *Lactobacillus sakei* S15 and *Staphylococcus xylosum* GM92 were selected as starter cultures and three different sucuk doughs (control, *L. sakei* S15 and *L. sakei* S15+*S.xylosum* GM92) were prepared. Production was carried out under controlled conditions. Samples were subjected to drying process after fermentation (for 48 hours at 22°C) and heat treatment (68°C of inner temperature) stages. Volatile compound profile and microbiological and physico-chemical properties were determined using samples from sucuk doughs and samples taken after fermentation, heat-treatment and drying stages. Final product was tested for sensory properties. Use of starter culture had a very significant effect ($P<0,01$) on moisture, pH, lactic acid bacteria, *Micrococcus/Staphylococcus*, TBARS and L^* values. Production stage was effective on moisture, pH, lactic acid bacteria, *Micrococcus/Staphylococcus*, TBARS and L^* values at $P<0,01$, while it was effective on a^* and b^* values at $P<0,05$. While use of starter culture had no significant effects on texture and odor parameters ($P>0,05$), it had very significant effects on taste and general acceptability ($P<0,01$). Highest color score was observed in *L. sakei* S15+*S.xylosum* GM92 mixed culture. A total of 66 compounds (9 sulphur compounds, 3 alcohols, 4 ketones, 7 aliphatic hydrocarbons, 6 esters, 8 aldehydes, 6 aromatic hydrocarbons, 1 furan and 22 terpenes) were identified from sucuk samples. Use of starter culture showed very significant or significant effects on only 14 compounds. In contrast, production stage factor affected more compounds. In general, increases were observed in drying stage.

2016, 93 pages

Keywords: Heat-treated sucuk, *L. sakei*, pH, TBARS, volatile compound

TEŞEKKÜR

"İlim gıda gibidir. Ona her zaman ihtiyaç vardır. Faydası da herkesedir." Faydalı olacağına inandığımız bu çalışmanın tüm safhalarında beni destekleyen, üstün bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Saygıdeğer Hocam Sayın Prof. Dr. Güzin KABAN'a minnet, şükran ve teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Bilgi ve birikimlerini benden hiçbir zaman esirgemeyen Değerli Hocam Sayın Prof. Dr. Mükerrrem KAYA'ya, araştırmamızın uygulama aşamasında yardımcı olan arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca maddi ve manevi destekleri ile her zaman yanımda olan muhterem babam Adnan YILMAZ'a, meslektaşım kıymetli annem Dilek YILMAZ'a ve ablam Dr. İdeal Beraa YILMAZ'a içtenlikle teşekkür ederim.

Zeynep Feyza YILMAZ

Ocak, 2016

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	8
3. MATERYAL ve METOT	16
3.1. Materyal.....	16
3.1.1. Isıl işlem görmüş sucuk yapımında kullanılan materyal	16
3.1.2. Starter kültürler.....	16
3.2. Metot	17
3.2.1. Sucuk hamurunun hazırlanması	17
3.2.2. Örneklerin alınması ve analizlere hazırlanması	17
3.2.3. Mikrobiyolojik analizler.....	18
3.2.3.a. Laktik asit bakteri sayımı	18
3.2.3.b. <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayımı.....	18
3.2.3.c. Enterobacteriaceae sayımı	18
3.2.4. Fiziksel ve kimyasal analizler	19
3.2.4.a. Nem değerinin belirlenmesi.....	19
3.2.4.b. pH değerinin belirlenmesi	19
3.2.4.c. TBARS (Tiyobarbütirik asit reaktif substans) değerinin belirlenmesi.....	19
3.2.4.d. Renk analizi	20
3.2.4.e Duyusal analiz	20
3.2.4.f. Uçucu bileşiklerin belirlenmesi	21
3.2.4.g. İstatistikî analizler	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	23
4.1. Mikrobiyolojik Analizlere Ait Sonuçlar.....	23

4.1.1. Laktik asit bakterisi	23
4.1.2. <i>Micrococcus/Staphylococcus</i>	25
4.1.3. Enterobacteriaceae	29
4.2. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları	30
4.2.1. pH	30
4.2.2. Nem	34
4.2.3. TBARS (Tiyobarbutirik asit reaktif substans) değeri.....	36
4.2.4. Renk değeri	40
4.2.5. Duyusal analiz sonuçları	45
4.2.6. Uçucu bileşik analiz sonuçları.....	48
5. SONUÇ	81
KAYNAKLAR	87
ÖZGEÇMİŞ	94

SİMGELER DİZİNİ

°C	Santigrat Derece
dak	Dakika
g	Gram
kg	Kilogram
KO	Kareler Ortalaması
kob	Koloni Oluşturan Birim
ppm	Milyonda Kısım
SD	Standart Sapma
sn	Saniye

ŞEKİLLER DİZİNİ

- Şekil 4.1.** Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların *Micrococcus/ Staphylococcus* sayısı üzerine starter kültür x üretim aşaması etkisinin etkisi.....29
- Şekil 4.2.** Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların pH değeri üzerine starter kültür x üretim aşaması etkisinin etkisi.....33
- Şekil 4.3.** Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların TBARS değeri üzerine starter kültür x üretim aşaması etkisinin etkisi.....40

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Duyusal analiz panel formu	21
Çizelge 4.1. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen laktik asit bakteri sayıları (log kob/g)	25
Çizelge 4.2. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayıları (log kob/g).....	26
Çizelge 4.3. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayılarına (log kob/g) ait varyans analiz sonuçları	27
Çizelge 4.4. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayılarına (logkob/g) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05)	27
Çizelge 4.5. Isıtılmış sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayılarına (log kob/g) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05)	28
Çizelge 4.6. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen pH değerleri	30
Çizelge 4.7. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları	31
Çizelge 4.8. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05)	32
Çizelge 4.9. Isıtılmış sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05).....	32
Çizelge 4.10. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen nem (%) değerleri	34

Çizelge 4.11. Starter kültür kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları	35
Çizelge 4.12. Starter kültür kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların nem değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05)	35
Çizelge 4.13. Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen nem (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05)	36
Çizelge 4.14. Starter kültür kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen TBARS değerleri (µmol MDA/kg)	37
Çizelge 4.15. Starter kültür kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	38
Çizelge 4.16. Starter kültür kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05).....	38
Çizelge 4.17. Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05).....	39
Çizelge 4.18. Starter kültür kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen L* değerleri	41
Çizelge 4.19. Starter kültür kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen a* değerleri	41
Çizelge 4.20. Starter kültür kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen b* değerleri.....	42
Çizelge 4.21. Starter kültür kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen L* değerlerine ait varyans analiz sonuçları	42
Çizelge 4.22. Starter kültür kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen a* değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	43
Çizelge 4.23. Starter kültür kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları	43

Çizelge 4.24. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıt işlem görmüş sucukların L* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05)	44
Çizelge 4.25. Isıt işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen L* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05)	45
Çizelge 4.26. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıt işlem görmüş sucukların duyuusal özelliklerine ait değerler	46
Çizelge 4.27. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıt işlem görmüş sucuklarda üretim süresince belirlenen duyuusal analiz puanlarına ait varyans analiz sonuçları.....	47
Çizelge 4.28. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıt işlem görmüş sucuklarda belirlenen duyuusal analiz değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05)	48
Çizelge 4.29. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıt işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen uçucu bileşiklerine ait değerler (AUx10 ⁻⁶).....	50
Çizelge 4.30. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıt işlem görmüş sucukların uçucu bileşik değerlerine ait varyans analiz sonuçları (P değerleri).....	65
Çizelge 4.31. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıt işlem görmüş sucukların uçucu bileşik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05)	72
Çizelge 4.32. Isıt işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen uçucu bileşik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05)	78

1. GİRİŞ

Fermantasyon, tarih öncesi çağlara kadar dayanan bir muhafaza yöntemidir. Bu yöntem, gıdanın kabul edilebilirliğini ve lezzetini artırmak, bozucu ve patojen mikroorganizmaların gelişimini engellemek ve gıdayı soğutma olmaksızın muhafaza etmek amacı için geliştirilmiştir (Coccolin *et al.* 2008). Fermantasyon, hem bitkisel hem de hayvansal kaynaklı gıda hammaddelerine uygulanabilmekte ve böylelikle gıda sanayinde ürün yelpazesinin genişletilmesinde önemli rol oynamaktadır. Fermantasyon tekniği ile üretilen sosisler de et endüstrisinde önemli bir paya sahiptir. Bu ürünler, kıyma makinesi veya kuterde çekilen et ve yağın çeşitli baharat, tuz, şeker ve nitrat/nitrit ile karıştırılıp, doğal veya yapay bağırsaklara doldurulması ve belirli bir sıcaklık ve nispi rutubette fermantasyon ve kurutmaya tabi tutulması ile elde edilmektedir (Hugas and Monfort 1997; Soyer 2002; Gökalp vd 2004). Hammadde, kullanılan katkı maddeleri ve üretim koşulları gibi değişik faktörlere bağlı olarak dünyada “sucuk”, “peperoni”, “thuringer”, “summer sausage”, “cervelat” gibi çok sayıda fermente sosis çeşidi üretilmektedir (Kaya ve Kaban 2010).

Geleneksel üretimde fermantasyon spontan flora aracılığı ile gerçekleştirilirken, endüstriyel üretimde starter kültür olarak adlandırılan seçilmiş özel suşlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Et endüstrisinde, *Lactobacillus sakei*, *L. curvatus*, *L. pentosus*, *L. plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *P. acidilactici*, *Staphylococcus carnosus*, *S. xylosum*, *Kocuria varians*, *Debaryomyces hansenii* ve *Candida famata* starter kültür preparatlarında yer alan önemli türlerdir. Ayrıca küfle olgunlaştırılan fermente sosislerde *Penicillium crysogenum* ve *P. nalgiovense*'den de yararlanılmaktadır (Jessen 1995; Gökalp vd 2004; Kaya ve Kaban 2010; Kaban *et al.* 2012).

Laktik asit bakterileri tarafından gerçekleştirilen en önemli değişiklik, laktik asit oluşumu ve buna bağlı olarak pH'nın düşmesidir. pH'nın düşmesi ile ürünün kuruması kolaylaşmakta, tekstürel özellikleri gelişmekte ve ayrıca aside hassas bozucu mikroorganizmalar ile gıda kaynaklı patojenlerin inhibisyonu mümkün olmaktadır (Geisen *et al.* 1992). Fermente ürünlerde laktobasiller ayrı bir öneme sahip olup

fenotipik özelliklerine göre obligat homofermantatif, fakültatif heterofermantatif ve obligat heterofermantatif olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. *L. sakei*, *L. plantarum*, *L. pentosus* ve *L. curvatus*, fakültatif heterofermantatif türler olup heksozlardan, glikolisiz yolu ile yüksek oranda laktik asit üretmektedir (Stiles and Holzapfel 1997; Kaya ve Kaban 2010). Laktik asit bakterileri, fermente sosis hamurlarında sürekli ve güvenilir bir asitleşme için mutlaka kullanılması gereken mikroorganizmalardır. Ancak, sürekli ve güvenilir bir asitleşmede, formülasyonda kullanılan şekerin çeşit ve miktarı, fermantasyon sıcaklığı gibi faktörler de önemli rol oynamaktadır (Rödel 1985). Kuru ve yarı-kuru fermente sosislerde teknolojik açıdan önem arz eden diğer bir mikroorganizma grubu olan katalaz pozitif koklar ise renk oluşumu ve stabilizasyonu ile aroma oluşumunda önemli rol oynamaktadır (Ordonez *et al.* 1999; Kaban *et al.* 2012).

Fermente sosis üretiminde, fermantasyonu müteakiben kurutma işlemi uygulanmakta ve fermantasyon ile kurutma birlikte olgunlaştırma olarak adlandırılmaktadır. Bu ürünler, kurutma derecesine bağlı olarak genellikle kuru veya yarı-kuru sosisler olmak üzere iki ana grup altında toplanmaktadır. Kuru sosislerde su aktivitesi <0,90 olup üretim teknolojilerinde ısıtma işlemi genellikle uygulanmamaktadır. Yarı kuru sosislerde ise su aktivitesi 0,90-0,95 arasında değişmektedir. Ancak bu ürünlerde genellikle 60-68°C'lik bir ısıtma işlemi başlatılmaktadır (Caplice and Fitzgerald 1999).

Ülkemizde yaygın olarak tüketilen fermente bir sosis çeşidi olan sucuk, uygulanan prosese bağlı olarak kuru veya yarı kuru olarak üretilmektedir. Geleneksel sucuk üretimi fermantasyon ve kurutma işlemlerine dayanmaktadır (Gökalp vd 2004; Kaya ve Kaban 2010). Sucuk üretiminde başlangıç fermantasyon sıcaklığına (12-26°C) bağlı olarak üretim süresi 20 güne kadar çıkabilmektedir (Ertuş ve Göğüş 1980; Gökalp and Ockerman 1985; Soyer *et al.* 2005). Günümüzde endüstride starter kültür kullanımından dolayı sucuk üretimi daha kısa sürede tamamlanabilmektedir. Karakteristik aroması ile bilinen sucuğun üretiminde, 1980'li yıllardan itibaren ısıtma işlemi de prosese dahil edilmiştir. Fermantasyon, ısıtma işlemi ve kurutma aşamalarının söz konusu olduğu bu tip ürünler başlangıçta "sucuk benzeri ürün", 2012 yılında yürürlüğe giren Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliğinde ise "ısıtma işlemi görmüş sucuk" olarak

adlandırılmıştır. Aynı tebliğde fermantasyon ve kurutmanın esas alındığı sucuk ise “fermente sucuk” olarak tanımlanmıştır (Anonim 2012).

Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliğinde ısıtılmış sucuk, “büyükbaş ve/veya küçükbaş hayvan etlerinin ve yağlarının veya kanatlı hayvan etleri ve yağlarının kıyılarak lezzet vericiler ile karıştırıldıktan sonra doğal veya yapay kılıflara doldurularak belirli koşullarda fermantasyon ve kurutma işlemleri uygulanarak nem oranı %50'nin altına düşürülmüş, kesit yüzeyi mozaik görünümünde olan ısıtılmış et ürünü” şeklinde tanımlanmıştır. Ayrıca aynı tebliğe göre kırmızı etten üretilen ısıtılmış sucukların 68°C'lik, kanatlı etinden üretilen ürünlerin ise 72°C'lik bir iç sıcaklığa erişinceye kadar ısıtılma tabii tutulması gerekmektedir. Aynı tebliğde bu ürün için pH değeri 5,6 veya altında, nem/protein oranı ise 3,6'nın altında olması gerekmektedir (Anonim 2012). Bu özellikleri ile ısıtılmış sucuk fermente bir sosis çeşidi olup, yarı-kuru fermente sosisler grubuna dahil edilebilir. Nitekim yarı-kuru fermente sosislerde nem/protein oranı 2,3 ila 3,7 arasında değişmektedir. Yarı-kuru fermente sosisler lezzet profili açısından kuru fermente sosislerden oldukça farklılık göstermektedir. Yüksek nem içeriklerinden dolayı bozulmaya hassas olan bu ürünler genellikle daha düşük pH değerlerine ($\leq 5,3$) ulaşılincaya kadar fermente edilmektedir. Fermantasyondan sonra ısıtılma tabii tutulan bu ürünlerde kurutma prosesinde de su aktivitesi ($\geq 0,920$) yüksek seviyelerde kalmaktadır. Yarı-kuru sosisler, pH'nın 5,0 ve altında, nem protein oranının ise 3,1 veya altında olması durumunda soğutma olmaksızın muhafaza edilebilmektedir. Buna karşın pek çok ürün buzdolabında muhafaza edilmek zorundadır (Ockerman and Basu 2007).

Fermente sosis üretiminde, fermantasyon anahtar bir aşamadır. Fermantasyon, geleneksel üretimde arzu edilen spontan floranın gelişimi ve çoğalmasına bağlıdır. Kesim sonrası elde edilen etlerde diğer mikroorganizmaların gelişmesini engelleyebilecek sayıda laktik asit bakterileri bulunabilmekte, uygun formülasyon ve fermantasyon şartlarının sağlanması ile de laktik asit bakterileri iyi bir gelişme göstererek hem arzu edilmeyen mikroorganizmaların gelişimini engelleyebilmekte hem de ürünün tekstür ve duyu özelliklerine katkı sağlayabilmektedir. Geleneksel fermente sosislerde,

Avrupa'da fermantasyon başlangıç sıcaklığı 20-22°C olan ürünlerde *L. sakei* ve *L. curvatus*, daha yüksek sıcaklıklarda olgunlaştırılan ürünlerde ise *L. plantarum* dominant türler olarak belirlenmiştir (Lücke 1985). Sucukta da dominant türlerin *L. sakei*, *L. curvatus* ve *L. plantarum* olduğu bildirilmiştir (Gürakan *et al.* 1995; Özdemir 1999; Çon and Gökalp 2000). Ancak güvenilir ve standart bir üretim için laktik asit bakterilerinin starter kültür olarak ürüne ilave edilmesi gerekmektedir (Lücke 1985; Kaya ve Kaban 2010). *L. sakei*, *L. curvatus* ve *L. plantarum* starter kültür olarak fermente sosislerin üretiminde endüstride yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Kaya ve Kaban 2010).

Fermente sosislerde Gr(+) katalaz (+) koklar, nitrat redüktaz aktiviteleri ile renk oluşumunda proteolitik ve lipolitik aktiviteleri ile tat ve aromanın gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Bu bakteriler, sahip oldukları katalaz enzimi ile de peroksitleri parçalayarak lipit oksidasyonunu engellemektedir. Ayrıca peroksitlerin renk üzerindeki olumsuz etkilerini de ortadan kaldırmaktadır (Lücke 1985). Bu mikroorganizmaların gelişebilmesi ve canlılığını devam ettirebilmesi, fermantasyon aşamasındaki asitleşmeye bağlı olup asitleşmenin yavaş olduğu ürünlerde 10^6 - 10^7 kob/g seviyesine kadar gelişebilmektedir (Toldra *et al.* 2001). Fermente sosisler üzerinde yapılan araştırmalarda Gr (+), katalaz pozitif koklar içerisinde koagülaz negatif stafilokoklar hakim florayı oluşturduğu belirtilmektedir. Sucukta bu mikroorganizmalar içerisinde baskın türler, *S. xylosum* ve *S. saprophyticum* oluşturmaktadır (Kaban and Kaya 2008; Kaban 2013).

Isıl işlem görmüş sucuklar üzerinde yapılan araştırma sonuçlarına göre kısa süreli fermantasyondan dolayı son üründe pH değeri oldukça yüksektir (Tayar 1989; Filiz 1996; Coşkuner 2002). Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliğine göre son ürün için en yüksek pH değeri 5,6'dır. Nem oranı ise yine aynı tebliğde %50 (en fazla) olarak verilmiştir (Anonim 2012). Bundan dolayı bu ürünlerin üretimden sonra soğukta muhafazası ürün güvenliği açısından son derece önemlidir. Lebanon, bologna, summer sausage gibi yarı kuru sosislerin üretim proseslerinde de ısıl işlem söz konusudur. Ancak bu ürünlerin pH değerleri oldukça düşüktür (Kaya ve Kaban 2010).

Fermente sucuk gibi ısıtılmayan fermente sosis çeşitlerinde kürlenmesinde nitrosomyoglobin oluşurken, ısıtılmış fermente ürünlerde nitrosomyoglobin daha stabil olan nitrosohemokroma dönüşmektedir (Gökalp vd 2004). Oluşan parlak pembemsi renk, tüketicinin beğenisini olumlu yönde etkilemektedir. Diğer taraftan ısıtılma uygulaması ürün güvenliğini de artırmaktadır. Ancak ısıtılma görmüş sucukta, kısa süreli fermantasyon ve ısıtılma nedeni ile fermente sucuğa göre tat ve koku gelişiminde önemli rol oynayan uçucu ve uçucu olmayan bileşiklerin çeşit ve miktarları daha düşük düzeylerde kalmaktadır (Kaya ve Kaban 2010; Çakır *et al.* 2013; Kaban and Bayrak 2015). Bu tip ürünlerde aromanın gelişiminde baharat ve diğer katkı maddelerinin yanı sıra mikrobiyal faaliyetler de önemli bir paya sahiptir. Bu nedenle ısıtılma görmüş sucukta asit oluşturarak hem tekstürel ve duyuşsal hem de ürün güvenliği üzerinde etkili olan laktik asit bakterileri ile ürün aromasına katkıda bulunan katalaz pozitif kokların (*Staphylococcus*, *Kocuria*) starter kültür olarak kullanılabilme imkanlarının belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Isıtılma görmüş sucukta starter kültürlerin uçucu bileşikler üzerine etkilerine yönelik literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Uçucu bileşiklerin en önemli kaynakları karbonhidrat fermantasyonu, lipolisiz, proteolisiz, lipit oksidasyonu ve amino asit katabolizması gibi reaksiyonlardır. Bunun yanı sıra bu ürünlerde kullanılan baharat da önemli bir uçucu bileşik kaynağı olarak bilinmektedir. Fermente sosislerin duyuşsal özellikleri, olgunlaştırma sırasında lipitlerde gerçekleşen değişikliklerden önemli ölçüde etkilenmektedir (Ordonez *et al.* 1999; Soyer 2005). Lipaz ve fosfolipaz enzimleri tarafından gerçekleştirilen lipolisiz sonucu oluşan serbest yağ asitleri, lipit oksidasyonunun öncül maddeleri olabilmektedir. Otoksidasyonun sonucu oluşan aldehitler, alkoller ve ketonlar gibi bileşikler ise uçucu karakterde olup ürünün koku ve lezzetinin gelişiminde önemli rol oynamaktadır (Ordonez *et al.* 1999). Proteolisiz sonucunda ise uçucu bileşiklerin ön maddeleri açığa çıkmakta ve ayrıca tat üzerinde etkili olan protein tabiatında olmayan azotlu bileşiklerin (serbest amino asitler, düşük molekül ağırlıklı peptitler vb.) miktarında artışlar olmaktadır (Berdagué *et al.* 1993; Kaban ve Kaya 2010).

Isıl işlem uygulanmış sucuklarda, farklı ısıl işlem uygulamalarının starter kültürlü ve kültürsüz sucukların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkilerine yönelik çok sayıda araştırma yürütülmüştür (Tayar 1989; Vural 1998; Anar vd 2000; Soyutemiz vd 2001; Filiz 2002; Soyutemiz vd 2004; Toptancı 2007; Dalmış ve Soyer 2008; Coşkun *et al.* 2010; Ercoşkun *et al.* 2010; Ensoy *et al.* 2010; Kurt and Zorba 2010a,b; 2011, 2012; Çakır *et al.* 2013; Karslıoğlu *et al.* 2014; Kaban and Bayrak 2015). Bu ürünün uçucu bileşikleri ile ilgili olarak yürütülen araştırma sayısı ise oldukça azdır (Ercoşkun 2006; Çakır *et al.* 2013; Kaban and Bayrak 2015). Bu üründe starter kültür kullanımı ve üretim aşaması faktörlerinin ürünün uçucu bileşikleri üzerine etkilerine yönelik ise literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Mevcut bu çalışmada ilk defa geleneksel sucuk kaynaklı suşlar (*Lactobacillus sakei* S15 ve *Staphylococcus xylosus* GM92), starter kültür olarak kullanılmıştır. Ayrıca endüstriyel üretimde *L. sakei* suşları ticari starter kültür prepartı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Isıl işlem görmüş sucuk üretiminde fonksiyonel özelliklerinden dolayı *Staphylococcus xylosus* da yaygın olarak kullanılan bir türdür.

Lactobacillus sake, ilk defa Japonya’da fermente bir içecek olan “sake”de bozulmaya neden olan bir mikroorganizma olarak tanımlanmış ve ismini de bu içecekten almıştır. 1997 yılında ise “*L. sakei*” olarak yeniden isimlendirilmiştir (Sinz 2011). *L. sakei*, bitkisel ve hayvansal kaynaklı ürünlerden sıklıkla izole edilmesine (McLeod *et al.* 2010) karşın taze etin doğal florasında da yer almakta (Marceau *et al.* 2004; McLeod *et al.* 2010) ve hatta düşük sıcaklıklarda muhafaza edilen vakum paketlenmiş etin dominant florasını oluşturmaktadır (Marceau *et al.* 2004). Fermente et ürünlerinde ise *L. curvatus* ile birlikte dominant florayı oluşturmaktadır (Sinz 2011). Bu nedenle fermente et ürünlerinde yaygın bir şekilde starter kültür olarak kullanılmaktadır (Hammes *et al.* 1990; Hugas *et al.* 1993; Sinz 2011). *L. sakei*, yüksek tuz konsantrasyonu, düşük su aktivitesi, düşük sıcaklık ve pH gibi zor şartlara direnç gösterebilmektedir. Et ve balıkta mevcut bir kaç şeker arasında, *L. sakei* gelişmek için glukoz ve ribozu kullanmaktadır (McLeod *et al.* 2010). Fakültatif heterofermantatif bir laktik asit bakterisi olan *L. sakei*, laktat üretimi ile pH’yı düşürerek gıda güvenliğini ve fermente ürün stabilitesini artırmaktadır. Bakteriyosin üreten *L. sakei* suşları, ürün güvenliğine ilave bir katkıda da

bulunabilmektedir. Diğer laktik asit bakterileri gibi *L. sakei* de pek çok besin maddelerine ihtiyaç duymaktadır. Esasen *L. sakei*, pek çok amino asit için oksotrofik özellik göstermektedir (Sinz 2011).

S. xylosus, pek çok İtalyan (Comi *et al.* 1992; Coppola *et al.* 1997; Cocolin *et al.* 2001; Blaiotta *et al.* 2004) ve İspanyol tipi fermente kuru sosisler (Miralles *et al.* 1996; Garcia-Varona *et al.* 2000; Martin *et al.* 2006) ile geleneksel bir Türk et ürünü olan fermente sucukta dominant tür olarak yer almaktadır (Kaban and Kaya 2008). Bu mikroorganizma endüstride de ticari kültür olarak bulunmaktadır. Isıl işlem görmüş sucukta yerel kaynaklı *S. xylosus*'un starter kültür olarak denendiği herhangi bir çalışma literatürde bulunmamaktadır.

Araştırmada, ısıl işlem görmüş sucuk üretiminde starter kültür kullanımı ve üretim aşaması faktörlerinin ürünün uçucu bileşikleri ile diğer bazı kalitatif özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak geleneksel sucuklardan izole edilen fenotipik ve genotipik tanımlaması yapılan *L. sakei* S15 ve *S. xylosus* GM92 suşları seçilmiş ve bu suşlardan tekli (*L. sakei* S15) ve ikili (*L. sakei* S15+*S. xylosus* GM92) starter kültürler hazırlanmıştır. Starter kültür kullanılmadan üretilen ısıl işlem görmüş sucuklar ise kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Üretimin fermantasyon aşamasında sıcaklık $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ (2 gün), ısıl işlem aşamasında ise iç sıcaklık 68°C olarak uygulanmıştır. Kurutma işlemi ise $16\pm 1^{\circ}\text{C}$ (3 gün) de gerçekleştirilmiştir. Üretim aşamalarında (sucuk hamuru, fermantasyon sonrası, ısıl işlem sonrası ve kurutma sonrası) alınan örnekler mikrobiyolojik (Laktik asit bakterisi, *Micrococcus/Staphylococcus* ve *Enterobacteriaceae*), fiziko-kimyasal (pH, nem, tiyobarbitürük asit reaktif maddeler-TBARS, renk) ve uçucu profili yönünden analiz edilmiştir. Ayrıca son ürün, duyu özellikleri yönünden de incelenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Sucuk kıyma haline getirilmiş etin fermentasyonu ve kurutulması ile elde edilen olgunlaştırılmış geleneksel bir et ürünüdür (Gökalp vd 2004). 1980’li yıllardan itibaren bu geleneksel ürünün üretiminde modifikasyonlara gidilmiş ve prosese ısıl işlem dahil edilerek üretim süresi kısaltılmıştır. Böylelikle piyasada geleneksel Türk et ürünü olan sucuğun yanı sıra yeni bir ürün daha raflarda yerini almıştır. Üretim süresinin kısa olması üreticinin bu ürüne yönelmesine önemli katkı sağlarken ısıl işlem uygulaması tüketicide daha güvenli bir ürün izlenimi vermiştir. Nihayetinde 2012 yılında Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliğinde fermente sosis olarak ısıl işlem görmüş sucuk ve fermente sucuk olmak üzere iki fermente sosis çeşidi tanımlanmıştır (Anonim 2012). Isıl işlem görmüş sucuk daha önceki yıllarda ise sucuk benzeri ürün olarak adlandırılmıştır. Piyasada önemli bir paya sahip olan bu ürünle ilgili araştırmalar da son yıllarda yoğunlaşmıştır. 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 üretilen sucukların kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiş ve 62°C’lik iç sıcaklık esas alınarak gerçekleştirilen ısıl işlem uygulamasında koliform grubunun tamamen inaktive olduğu ve total aerobik bakteri sayısında önemli bir redüksiyonun gerçekleştiği rapor edilmiştir. Ayrıca sucukların nem, yağ ve tuz miktarlarının sırasıyla %34,18-45,70, %25,39-38,64, %2,48-3,80 arasında değiştiği ve ısıl işlem uygulamaları arasında a_w ve pH açısından çok önemli farklılıkların olduğu da bildirilmiştir. Sonuç olarak üretim süresini kısaltmak ve standart ürün elde etmek amacıyla geleneksel bir Türk ürünü olan sucuğun üretiminde ısıl işlem uygulamasının kaçınılmaz olduğu ve bu şekilde üretilen sucukların pastörize sucuk adı altında pazarlanması gerektiği kanaatine varılmıştır.

Filiz (2002) tarafından starter kültür ve ısıl işlem uygulaması ile kaliteli ve standart ürün elde etmek amacıyla yürütülen araştırmada, 3 günlük üretim periyodu süresince alınan örnekler genel aerob bakteri, mikrokok, laktobasil, proteolitik mikroorganizma ve koliform bakteri sayımları ile pH, nem, a_w , titrasyon asitliği (% laktik asit cinsinden), nitrit, yağ ve tuz analizlerine tabi tutularak uygulanan muamelelerin etkileri ortaya

çıkarılmıştır. Ayrıca örnekler duyuşal yönden de analiz edilmiştir. Analizler neticesinde starter kültür kullanılarak hazırlanan iki günlük fermantasyon, ısıt işlemler ve bir günlük kurutma uygulanan sucukların tüzük ve standartlara uygun bir şekilde satışı uygun hale geldiği rapor edilmiştir.

Türk tipi yarı kuru fermente sosis üretiminde ticari starter kültür preparatlarının (*Pediococcus acidilactici*, *Staphylococcus xylosus*+*P. pentosaceus*, *S. carnosus*+*Lactobacillus pentosus*) kullanılabilirliğinin araştırıldığı bir çalışmada, fermantasyondan sonra sucuklar iç sıcaklık 55°C olacak şekilde ısıt işleme tabi tutulmuş ve müteakiben kurutma işlemine alınmıştır. Araştırma sonucunda ısıt işlemin yer aldığı bu üretim şeklinde *P. acidilactici* tekli kültürünün pH değerinde önemli bir düşüşe sebep olduğu ve duyuşal parametreleri de (görünüş, renk, lezzet ve genel kabul edilebilirlik) olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (Vural 1998).

Doğal koşullarda üretilen ve ısıt işlemler (63°C'de 1 saat) uygulanan sucuklarda starter kültür (*S. carnosus* ve *L. pentosus*) kullanım olanaklarının araştırıldığı bir çalışmada, starter kültür kullanımı ile ısıt işlemler uygulamasının koliform grubu bakterilerde çok önemli bir redüksiyona neden olduğu ve sucukların duyuşal açıdan daha yüksek puanlar aldığı bildirilmiştir (Anar vd 2000).

Soyutemiz vd (2001) üç farklı düzeyde (10^4 , 10^5 ve 10^6 kob/g) hamurlara ilave edilen *Listeria monocytogenes*'in redüksiyonu üzerine ısıt işlemler (iç sıcaklık 63°C'de 30 dakika) etkisini incelemiştirlerdir. Araştırmacılar olgunlaşmanın ikinci gününde *L. monocytogenes* sayısının artış gösterdiğini ancak daha sonraki günlerde önemli ölçüde azaldığını, 10^4 kob/g düzeyinde *L. monocytogenes* içeren gruplarda ısıt işlemler uygulamasının bu gıda kaynaklı patojeni inhibe ettiğini, 10^5 - 10^6 kob/g düzeylerinde ise organizmanın canlılığını sürdürdüğünü tespit etmişlerdir. Sonuç olarak araştırmacılar sucuklarda starter kültür kullanılmadan doğal koşullar altında gerçekleştirilen olgunlaştırmanın *L. monocytogenes*'den kaynaklanabilecek riski ortadan kaldırmadığı ve ürün güvenliği açısından ısıt işlemler uygulamasının önemli olduğu kanaatine varmışlardır.

Isıl işlem uygulaması (63°C'de 30 dakika), starter kültür kullanımı (*S.carnosus* ve *L. pentosus*) ve farklı nitrat/nitrit seviyelerinin sucuğun kalıntı nitrit ve nitrat seviyelerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen bir araştırmada, nitrat veya nitrat + starter kültür kullanılarak üretilen sucukların kalıntı nitrat ve nitrit açısından birbirlerine oldukça yakın değerler gösterdiği, nitrat + nitrit kullanılarak üretilen sucuklarda kalıntı nitrat ve nitrit seviyelerinin nitrat veya nitrat + starter kültür muamelelerine ait sucuklara göre daha yüksek olduğu, nitrit + starter kültür + ısıl işlem uygulamasında diğer uygulamalara göre daha düşük kalıntı nitrat ancak daha yüksek kalıntı nitrit tespit edildiği rapor edilmiştir (Soyutemiz vd 2004).

Olgunlaştırma süresi (1-13 gün) ve nitrit seviyesi (45-195 ppm) ile ısıl işlem sıcaklığının (30-90°C), sucukta biyojen amin oluşumuna etkilerinin Merkezi Birleşik Desen kullanılarak yanıt yüzey yöntemine göre değerlendirildiği bir araştırmada, olgunlaşma süresi ilerledikçe putresin, kadaverin, tiramin, histamin, spermidin ve spermin seviyelerinde önemli artışlar olduğu, nitrit seviyesinin artışına bağlı olarak da kadaverin ve tiramin miktarlarının düştüğü, ısıl işlem uygulamasının ise biyojen amin oluşumuna önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Kurt and Zorba 2009). Aynı araştırmacılar tarafından aynı faktörlerin incelendiği diğer bir araştırmada ise olgunlaştırma süresince toplam aerobik mezofilik bakteri ve laktik asit bakteri sayılarının arttığı, *Micrococcus/Staphylococcus* sayısının düştüğü, ısıl işlem uygulamasının incelenen tüm bakteri gruplarında düşüşe neden olduğu, olgunlaştırmanın ilk günlerinde nitritin toplam aerobik mezofilik bakteri, Enterobacteriaceae ve maya-küf sayıları üzerinde etkili olduğu rapor edilmiştir (Kurt and Zorba 2010a). Isıl işlem uygulaması ile olgunlaştırma süresinin kısaltılması ve nitrit seviyesinin azaltılması amacı ile yürütülen diğer bir çalışmada ise söz konusu faktörlerin ürünün kimyasal karakteristiklerine etkileri yanıt yüzey yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Analizler neticesinde olgunlaştırma periyodunun lipolisiz, peroksit, TBA ve proteolisiz değerlerini artırdığı, kalıntı nitrit değerini ise düşürdüğü, kullanılan nitrit seviyesinin kalıntı nitrit ve peroksit değerleri üzerinde önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir (Kurt and Zorba 2010b).

Kurt and Zorba (2011) tarafından olgunlaştırma süresi (1-13 gün) ve nitrit seviyesi (45-195 ppm) ile ısıtım işlem sıcaklığının (30-90°C), sucuğun kimyasal kompozisyonuna etkisini belirlemek amacı ile yürütölen araştırmada, incelenen parametreler üzerinde olgunlaştırma periyodunun önemli bir faktör olduğu, yüksek sıcaklık uygulamalarının özellikle de 60°C'nin üzerindeki sıcaklıkların protein miktarını artırdığı ancak randımanı düşürdüğü rapor edilmiştir. Kurt and Zorba (2012) tarafından yapılan diğer bir araştırmada da aynı faktörlerin ürünün duyuusal özelliklerine etkileri değerlendirilmiş ve genel kabul edilebilirlik açısından olgunlaştırma süresi, ısıtım işlem süresi ve nitrit seviyelerinin optimum değerlerinin sırasıyla, 8 gün, 59.3°C ve 109,4 ppm olduğu tespit edilmiştir.

Değirmencioğlu vd (2006) tarafından geleneksel yöntem ve ısıtım işlem uygulanarak üretilen sucukların kimyasal ve duyuusal özelliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, her iki üretim şeklinde de yağ, protein ve nem değerlerinin ilgili yönetmenliklere uygun olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca pH değerinin fermente sucukta 5,4, ısıtım işlem görmüş sucukta ise 5,7 olduğu, fermente sucuk ve ısıtım işlem görmüş sucuklar arasında lezzet ve görünüm açısından ise önemli farklılıkların olmadığı da bildirilmiştir.

Farklı nitrit seviyeleri (0, 25, 50, 75 ve 100 ppm) ve ısıtım işlemin (60°C'de 15 dak.) sucukta renk oluşumu üzerine etkilerinin incelendiği bir araştırmada, fermantasyon 23-25°C'de 3 gün süre ile starter kültür ilave edilerek (*S. xylosus*+*L. plantarum*) gerçekleştirilmiş ve fermantasyondan sonra ısıtım işlem uygulanmıştır. Analizler sonucunda, nitrit seviyesinin artırılmasının renk üzerinde olumlu etkisinin olduğu, kalıntı nitrit, nitrozomyoglobin ve toplam pigment miktarlarının ısıtım işlem uygulaması ile azaldığı, bu uygulamanın L* değerini arttırdığı, ancak a* değerini az da olsa azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca araştırmada ısıtım işlem uygulamasının sucukların b* değerini az da olsa artırdığı, nem değerini düşürdüğü, pH değerinde ise yine artışa neden olduğu tespit edilmiştir (Yürür 2007).

Toptancı (2007) tarafından yapılan çalışmada fermantasyondan (23-25°C'de 3 gün) sonra uygulanan farklı ısıtım işlemlerin (60°C'de 15dak, 65°C'de 10 dak ve 70°C'de 1sn)

sucuğun nem, yağ, kül, tuz, pH, titrasyon asitliği, serbest yağ asitliği, TBA, kalıntı nitrit, nitrosomyoglobin, toplam pigment, nitrosopigmente dönüşüm oranı, 500-700nm arası reflaktans değerleri, tekstür parametreleri ve duyuşal özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Analizler sonucunda ısıt işlem uygulaması ile sucukların kalıntı nitrit, nitrozomyoglobin ve toplam pigment miktarlarında azalma, nitrozopigmente dönüşüm oranlarında ise artış olduğu, sucukların L* ve a* değerlerinin farklı ısıt işlem normlarından az da olsa etkilendiği, ısıt işlem uygulamasının kararlı stabil bir yapı ve tekstür oluşturduğu, reflektif renk ölçümleri ve duyuşal analiz sonuçlarına dayanılarak ısıt işlem uygulamasının arzu edilen renk oluşumunu sağladığı bildirilmiştir.

Coşkuner *et al.* (2010) tarafından sucuk üretiminde iki farklı üretim yönteminin (geleneksel ve ısıt işlem ($70\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 10 dakika)) kullanıldığı bir araştırmada, örneklerin nem, pH, a_w ve lipit stabilitesi 90 gün süre ile buzdolabı koşullarında muhafaza sırasında belirlenmiştir. Araştırmada, ısıt işlem uygulanması ile üretilen örnekler nem, a_w ve pH değerleri açısından daha yüksek, TBA, serbest yağ asidi ve peroksit değerleri açısından ise daha düşük değerler verdiği tespit edilmiştir. Ayrıca serbest yağ asidi değerinde geleneksel yöntem kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince önemli bir değişimin olmadığı, buna karşın ısıt işlem uygulanmış sucuklarda depolamanın önemli etkisinin olduğu saptanmıştır.

Sucuktan izole ve idenfiye edilen suşların (Kaban ve Kaya 2009 a,b; Kaban ve Kaya 2010) sucuğun uçucu bileşiklerine etkilerine yönelik birkaç araştırma mevcuttur. Kaban ve Kaya (2009a) geleneksel yöntem ile üretilen sucuklardan izole ettikleri suşları (*L. plantarum* GM77 ve *S. xylosus* GM92) starter kültür olarak kullandıkları bir çalışmada sucukların uçucu bileşikleri ve diğer kalitatif özelliklerini incelemiş ve starter kültür kullanımının sucuğun incelenen özellikleri üzerinde önemli veya çok önemli etkilerinin olduğunu, uçucu bileşikler (terpenler, aldehytler, ketonlar, sülfürlü bileşikler, asitler, esterler, alifatik hidrokarbonlar, alkoller) içerisinde terpenlerin en önemli kimyasal grubu oluşturduğunu ve starter kültür olarak kullanılan suşların bazı uçucu bileşikler üzerinde etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Kaban and Kaya (2009b) tarafından yapılan geleneksel yöntemle üretilen sucuktan izole edilen *S. carnosus* MK93 ve *L. plantarum*

GM77 suşlarının starter kültür olarak kullanılmasının sucuğun kalite karakteristiklerine etkilerinin incelendiği araştırmada ise *S. carnosus* MK93 içeren grubun kontrol grubuna göre daha yüksek protein tabiatında olmayan azotlu madde ve daha düşük TBARS değerleri verdiği ve ayrıca *S. carnosus* MK93 suşunun sucuğun uçucu profili üzerindeki etkisinin sınırlı olduğu saptanmıştır. Aynı araştırmacılar tarafından *L. plantarum* GM77 ve *S. xylosus* GM92 suşlarının starter kültür olarak (tekli ve çoklu kültür) kullanıldığı diğer bir çalışmada ise iki farklı olgunlaştırma hızının (hızlı ve yavaş) etkileri araştırılmış ve yavaş olgunlaştırma ile *L. plantarum* GM77+*S. xylosus* GM92 karışık kültürünün uçucu bileşik açısından daha yüksek değerler verdiği sonucuna varılmıştır (Kaban ve Kaya 2010).

Ercoşkun (2006) tarafından farklı fermantasyon süreleri ve ısıl işlemin (60°C'de 10 dakika) sucuğun bazı kalitatif özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada 2-3 günlük fermantasyonu müteakiben uygulanan ısıl işlem ile mikrobiyal redüksiyonun arttığı, hijyenik, güvenli ve ekonomik açıdan ısıl işlem uygulamasının önemli avantajlarının olduğu, ancak bu uygulamanın lipit oksidasyonunu hızlandırdığı ve daha açık bir renk oluşumuna neden olduğu ve fermantasyon süresinin artışına bağlı olarak ısıl işlem görmüş sucuğun duyuşal özelliklerinin olumlu yönde etkilendiği rapor edilmiştir. Ayrıca ısıl işlem uygulaması ile kalıntı nitrit miktarının düştüğü, nitrozomiyogloblin miktarı ve nitrozopigmente dönüşüm oranının arttığı da bildirilmiştir.

Ticari starter kültür preparatı kullanımı ve ısıl işlem (55°C'de 5 dak) uygulamasının hindi etinden üretilen sucukların biyokimyasal ve mikrobiyolojik karakteristiklerine etkilerini üretim ve depolama süresince belirlemek üzere yürütülen bir araştırmada, hem geleneksel hem de ısıl işlem uygulanarak üretilen sucuklar arasında kimyasal kompozisyon açısından bir farklılığın olmadığı, ısıl işlem uygulamasının tüm gruplarda maya sayısında yaklaşık 1 logaritmik birimlik, laktik asit bakteri, total mezofilik aerobik bakteri ve *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarında 1,5 log birimlik bir azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir (Ensoy *et al.* 2010).

Ercoşkun *et al.* (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı fermantasyon sürelerinin ısıtma işlemi görmüş sucuk ile geleneksel sucukların kalite karakteristiklerine etkileri incelenmiştir. Endüstriyel koşullarda gerçekleştirilen üretimde fermantasyon süresi beş güne çıkarılmış, ısıtma işlemi ise 68°C'lik iç sıcaklık kullanılmıştır. Hamurdan (0.gün) ve farklı fermantasyon günlerinden (1, 2, 3, 4 ve 5) sonra alınan örnekler ısıtma işleminden önce ve sonra değişik analizlere tabi tutulmuştur. Analizler neticesinde ısıtma işlemi uygulamasının TBARS, kurumadde miktarı (protein, yağ ve tuz) ve pH değerini artırdığı, nem ve serbest yağ asidi miktarları ile toplam mezofilik aerobik bakteri, laktik asit bakterisi, *Micrococcus/Staphylococcus* ve Enterobacteriaceae sayılarını ise düşürdüğü ortaya konulmuştur. Sonuç olarak ısıtma işlemi görmüş sucukta fermantasyon süresinin 3 gün veya daha fazla olmasının duyu özellikleri açısından daha iyi olduğu ve bu şekilde üretilen sucukların kalite karakteristiklerinin geleneksel sucuklara benzediği kanaatine varılmıştır.

Dalmış ve Soyer (2008) tarafından geleneksel yöntem ve ısıtma işlemi (68°C'de 15 dakika) olmak üzere iki farklı yöntem kullanılarak üretilen starter kültürü (*S. xylosus*+*P. pentosaceus*) ve kültürsüz sucuklarda hem olgunlaştırma aşamasında hem de 90 günlük depolama süresinde meydana gelen proteolitik değişimleri incelemek amacıyla yürütülen çalışmada, sucuğun proteolitik özelliklerinde en önemli değişimlerin fermantasyon aşamasında gerçekleştiği, proteolitik aktivitenin hem starter kültürü hem de starter kültürsüz örneklerde meydana geldiği, depolama sırasında geleneksel yöntem uygulanarak üretilen starter kültürü ve kültürsüz sucuklarda proteolitik aktivitede az bir artış olduğu ve ısıtma işlemi uygulamasından dolayı gerçekleşen denatürasyon sebebiyle sarkoplazmik ve miyofibriller proteinlerde daha fazla parçalanma görüldüğü rapor edilmiştir.

Fermantasyondan sonra uygulanan ısıtma işleminin sucuğun fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu özellikleri ile uçucu bileşiklerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, ısıtma işlemi uygulamasının pH ve TBARS değerlerini artırdığı, laktik asit bakteri sayısında 3,56'lık, *Micrococcus/Staphylococcus* sayısında ise yaklaşık 2 logaritmik birimlik bir azalmaya neden olduğu, ısıtma işleminin renk değerlerini önemli ölçüde artırdığı, bu

uygulamanın uçucu bileşikler üzerinde önemli etkisinin olduğu ve bu bileşiklerin seviyelerinde önemli azalmaların gözlemlendiği belirtilmiştir (Çakır *et al.* 2013).

Karşlıoğlu *et al.* (2014) hindi eti kullanılarak ürettikleri fermente sosislerin lipolitik değişimleri üzerine iki farklı ticari starter kültür preparatı ve üretim yönteminin (geleneksel ve ısıl işlem) etkilerini üretim aşamalarında ve depolama sırasında belirlemiştir. Araştırmada her iki üretim yönteminde de serbest yağ asidi miktarının, fermantasyon ve depolama süresince arttığı, TBA değerinin ısıl işlem uygulanmış sosislerde kısmen daha yüksek bulunduğu, oleik ve linoleik asitin tüm örneklerde dominant yağ asidi olduğu, TBA ve serbest yağ asidi değerlerinin starter kültür ile üretilen gruplarda kontrol grubuna göre daha düşük değerler verdiği ve ısıl işlem uygulamasının lipaz enzimini inaktive etmesinden dolayı lipit oksidasyonunu etkilediği bildirilmiştir.

Peynirden izole ve tanımlanmış laktik asit bakterilerinin (LBP7, LBP10 ve LBP14) sucuk üretiminde starter kültür olarak kullanıldığı bir araştırmada, su aktivitesinin kullanılan starter kültürlerden etkilenmediği, LBP10 hariç örneklerin tekstür profili açısından benzer sonuçlar verdiği, uçucu bileşiklerin daha ziyade baharat kaynaklı olduğu ve kullanılan starter kültürler arasında farklılığın olmadığı sonuçlarına ulaşılmıştır (Kargozari *et al.* 2014).

Kaban and Bayrak (2015) tarafından ısıl işlem görmüş sucuk üretiminde farklı oranlarda hindi eti kullanımının, ürünün mikrobiyolojik özellikleri, pH ve a_w değerleri ile uçucu bileşikler üzerine etkilerini belirlemek üzere yürütülen bir araştırmada, 72°C'lik bir iç sıcaklık normu uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, pH değerinin ısıl işlem uygulaması ve hindi eti kullanım oranına bağlı olarak arttığı, su aktivitesinin ısıl işlem uygulaması ile azaldığı ancak hindi eti kullanımı ile arttığı, uçucu bileşikler içerisinde terpenlerin önemli bir paya sahip olduğu ve ısıl işlem görmüş sucuk üretiminde %20 oranında hindi eti kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Isıl işlem görmüş sucuk yapımında kullanılan materyal

Araştırmada kullanılan sığır eti ve et yağı Et ve Süt Kurumu Erzurum Et Kombinasından sağlanmıştır. Kesimden sonra bir gün süre ile dinlendirilmiş sığır karkaslarının but ve omuz kaslarından alınan büyük parça etler, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Et Ürünleri İşleme Ünitesi'nde kaba yağ ve bağ dokularından ayrıldıktan sonra küçük parçalar halinde doğranmış ve -20°C'de muhafaza edilmiştir. Et yağı da küçük parçalar halinde doğrandıktan sonra -20°C de muhafaza edilmiştir.

Üretimde kullanılan tuz, sarımsak ve baharat ile sodyum nitrit, Erzurum piyasasından sağlanmış, dolum işleminde ise suni bağırsaklar (çap 38mm, kalogen materyal, Naturin Darm) kullanılmıştır.

3.1.2. Starter kültürler

Araştırmada, starter kültür olarak geleneksel sucuklardan izole ve identifiye edilen *Lactobacillus sakei* S15 (Kaya vd 2015) ve *Staphylococcus xylosus* GM92 (Kaban and Kaya 2008) suşları kullanılmıştır. Suşlar üretimden önce aktifleştirilmiştir. *L. sakei* S15 MRS (Merck) sıvı besiyerinde, *S. xylosus* GM92 ise TSB (Merck) sıvı besiyerinde 30°C'de 24 saat süreyle inkübe edilmiştir. *L. sakei* S15 10^7 kob/g, *S. xylosus* GM92 ise 10^6 kob/g seviyesinde sucuk hamuruna inoküle edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Sucuk hamurunun hazırlanması

Sucuk hamurunun hazırlanmasında Kaya and Gökalp (2004a) tarafından verilen reçete esas alınmış ancak tuz oranı %2, nitrit seviyesi 125 ppm olarak modifiye edilmiştir. Buna göre her bir kg et–yağ karışımı için (%80 yağsız sığır eti + %20 et yağı); 20 g tuz, 10 g sarımsak, 4 g sakkaroz, 7 g kırmızı biber, 5 g karabiber, 9 g kimyon ve 2.5 g yenibahar) ve 125 ppm sodyum nitrit kullanılmıştır.

Araştırmada 3 farklı grup (1.grup kontrol-startersiz, 2.grup: *L. sakei* S15, 3. Grup *L.sakei* S15+*S.xylosus* GM92) sucuk hamuru hazırlanmıştır. Sucuk hamurunun hazırlanmasında laboratuvar tipi kutter (MADO Typ MTK 662, Dornhan /Schwarzwald), doldurulmasında ise yine laboratuvar tipi pistonlu bir doldurucu (MADO Typ MTK 591, Dornhan/Schwarzwald) kullanılmıştır. Dolumu takiben örnekler sıcaklığı, nispi rutubeti ve hava cereyanı otomatik olarak kontrol edilebilen klima ünitesinde (Reich, Germany) $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta ve $\%90\pm 2$ bağıl nemde 48 saat süre ile fermantasyona tabi tutulmuştur. Fermantasyonu müteakiben örnekler, sıcaklığı, nispi rutubeti ve hava cereyanı otomatik olarak kontrol edilebilen pişirme fırınında (Mauting, Czech Republic) 40°C 'den başlayarak iç sıcaklık 68°C olacak şekilde bir ısıtma işlem programı uygulanmıştır. Bu işlemden sonra ise örnekler tekrar klima ünitesine alınmış ve $16^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de ve $\%80\pm 2$ bağıl nemde 3 gün süre ile kurutma işlemine tabi tutulmuştur.

3.2.2. Örneklerin alınması ve analizlere hazırlanması

Örnekleme işlemi, üretim prosesi süresince (sucuk hamuru, fermantasyon sonrası, ısıtma işlem sonrası ve kurutma sonrası) gerçekleştirilmiştir. Her gruptan alınan örneklerden mikrobiyolojik analizler için stomacher torbalarına, uçucu bileşik için viallere, diğer analizler için ise cam kavanozlara analiz numuneleri alınmıştır. Duyusal analiz ise kurutma işleminde sonra gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. Mikrobiyolojik analizler

Mikrobiyolojik analizler için 25 g örnek, steril stomacher torbalarına tartıldıktan sonra üzerine 225 ml steril fizyolojik su (%0,85 NaCl (Merck)) ilave edilmiş ve Stomacher'de (Lab Stomacher Blander 400-BA 7021, Sewardmedical) 1 dakika süre ile homojenizasyona tabi tutulmuştur. Bu homojenizattan steril fizyolojik su kullanarak uygun dilüsyonlar hazırlanmış ve örneklerde aşağıda belirtilen sayımlar gerçekleştirilmiştir.

3.2.3.a. Laktik asit bakteri sayımı

Örneklerin laktik asit bakteri sayısının belirlenmesinde MRS Agar (de Man Rogosa Sharpe Agar) (Merck) besiyeri kullanılmıştır. MRS Agar plaklarına yüzeye yayma yöntemiyle uygun dilüsyonlardan ekim yapılmış, 30°C'de 2 günlük anaerobik inkübasyondan sonra, katalaz (-) koloniler dikkate alınarak laktik asit bakteri sayısı belirlenmiştir (Baumgart *et al.* 1993).

3.2.3.b. *Micrococcus/Staphylococcus* sayımı

Micrococcus /Staphylococcus sayımı için MSA Agar (Mannitol Salt Phenol Red Agar (Merck)) kullanılmış ve uygun dilüsyonlardan agar plaklarına yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Ekimi müteakiben plaklar 30°C'de 2 gün aerobik şartlarda inkübe edilmiş ve katalaz (+) ve Gram (+) koklar dikkate alınarak sayı belirlenmiştir (Kaya and Gökalp 2004b).

3.2.3.c. Enterobacteriaceae sayımı

Enterobacteriaceae sayısının belirlenmesinde uygun dilüsyonlardan VRBD Agar (Violet Red Bile Dextrose Agar (Merck)) plaklarına yüzeye yayma yöntemi ile ekim yapıldıktan sonra petri plakları 30°C'de 2 gün anaerobik şartlarda inkübe edilmiştir.

İnkübasyondan sonra 1mm'den büyük koloniler sayılarak Enterobacteriaceae sayısı saptanmıştır (Baumgart *et al.* 1993).

3.2.4. Fiziksel ve kimyasal analizler

3.2.4.a. Nem değerinin belirlenmesi

Örneklerin nem değerlerini belirlemek için yaklaşık 10g örnek önceden kurutulmuş ve desikatörde soğutulmuş kurutma kaplarına tartılmış ve 105°C'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutma işlemine tabi tutulmuştur (Gökalp vd 2001).

3.2.4.b. pH değerinin belirlenmesi

Homojen hale getirilmiş örneklerden 10 g paralelli olarak tartıldıktan sonra üzerine 100 ml saf su ilave edilmiş ve ultraturaks (IKA T 25, Germany) kullanılarak 1 dak. süre ile homojenize edilmiştir. Homojenizatların pH değerleri, pH-metre (Mettler Toledo, Switzerland) kullanılarak belirlenmiştir (Gökalp vd 2001).

3.2.4.c. TBARS (Tiyobarbütirik asit reaktif substans) değerinin belirlenmesi

TBARS değerinin belirlenmesinde Lemon (1975) tarafından verilen yöntem kullanılmıştır. Homojen örneğin 2 g'ı santrifüj tüplerine tartılmış ve 12 ml TCA çözeltisi [%7,5 TCA, %0,1 EDTA, %0,1 Propil gallat (3ml etanolde çözülür)] eklenmiştir. TCA ilave edilen örnekler 15–20s süreyle ultraturaxta homojenize edildikten sonra filtre kağıdından (Whatman 1) süzülmüş ve süzüntüden 3ml alınıp deney tüpüne aktarılmıştır. Üzerine 3ml TBA (0,02M) çözeltisi de ilave edildikten sonra deney tüpleri 100°C'de 40 dak. süre ile su banyosunda bekletilmiş ve 5 dak. soğuk su içerisinde soğutulduktan sonra santrifüj (Thermo MR23I, USA) işlemine (2000 g'de 5 dak) tabi tutulmuştur. Santrifüjleme işleminden sonra ise spektrofotometrede (Aquamate Thermo electron corporation, England) 530nm de absorbans okunmuştur.

TBARS değeri aşağıda verilen formül kullanılarak hesaplanmıştır. Standardın hazırlanmasında TEP (1,1,3,3, tetraetoksipan) kullanılmış ve k değeri hesaplanmıştır. Sonuç, µmol MDA/kg olarak verilmiştir .

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

3.2.4.d. Renk analizi

Örneklerin kesit yüzey renk yoğunlukları, Minolta (CR-200, Minolta Co, Osaka, Japan) kolorimetre cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Ölçüm dilimlenmiş örneklerde gerçekleştirilmiştir. L*, a* ve b* değerleri üç boyutlu renk ölçümünü esas alan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIELAB (Commision Internationale de l'E Clairage) tarafından verilen kriterlere göre yapılmıştır. Buna göre; L*; L*=0, siyah; L*=100, beyaz (koyuluk/açıklık); a*; +a* =kırmızı, -a*= yeşil ve b*; +b*= sarı, -b*= mavi renk yoğunluklarının göstermektedir (Rödel 1985).

3.2.4.e Duyusal analiz

Olgunlaştırılmış sucuklar dilimlendikten sonra duyusal analiz gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme Gıda Mühendisliği dalında eğitim almış 20 panelist tarafından hedonik tip skala (1–9) kullanılarak yapılmıştır. Değerlendirmede kullanılan duyusal panel formu aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.1. Duyusal analiz panel formu

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.

3.2.4.f. Uçucu bileşiklerin belirlenmesi

Uçucu bileşiklerin belirlenmesinde Kaban and Kaya (2009a) tarafından verilen metot kullanılmıştır. Homojen hale getirilmiş örneklerden 40ml'lik viallere 5'er gram tartılmıştır. Vialler, bir saat süre ile 30°C'lik bir termal blok içerisinde bekletildikten sonra uçucu bileşiklerin katı faz mikroekstraksiyon tekniği ile ekstraksiyonu için CAR/PDMS fibre (Supelco, Bellefonte, PA) vial takılmıştır. Aynı sıcaklıkta iki saat fibre vial içerisinde bekletilerek ekstraksiyon işlemi tamamlanmıştır. Uçucu bileşiklerin tanımlanmasında ise gaz kromatografisi (GC, Agilent Technologies 6890N)/kütle spektrometrisi (MS, Agilent Technologies 5973) kullanılmıştır. Bileşiklerin tanımlanmasında kütle spektrometrisinin kütüphanesinden (NIST, WILEY, FLAVOR) ve standart maddelerden yararlanılmış ayrıca kovats indeksini belirlemek için standart miks de kullanılmıştır. Sonuçlar, AUx10⁻⁶ olarak verilmiştir.

3.2.4.g. İstatistiki analizler

Araştırmada starter kültür kullanımı (kontrol, *L. sakei* S15 ve *L. sakei* S15+*S.xyloso* GM92) ve üretim aşamaları (sucuk hamuru, fermantasyon sonrası, ısıl işlem sonrası ve kurutma sonrası) faktör olarak alınmış ve denemeler 3x4 faktöriyel düzende şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre iki tekerrürlü olarak kurulmuş ve yrtlmştir. Duyusal analiz ise son üründe gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilere varyans analizi uygulanmış ve önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan oklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (SPSS 20).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Mikrobiyolojik Analizlere Ait Sonuçlar

4.1.1. Laktik asit bakterisi

Laktik asit bakterileri doğada yaygın olarak bulunan, Gram (+) ve genellikle hareketsiz ve mezofilik karakterde, sporsuz, kok veya çubuk şekilli mikroorganizmalardır. Bu mikroorganizmalar gelişme şartları açısından da geniş aralıklara sahiptir (Caplice and Fitzgerald 1999; König and Fröhlich 2009; Kaya ve Kaban 2010).

Laktik asit bakterileri, kendi içlerinde obligat homofermantatif, fakültatif heterofermantatif ve obligat heterofermantatif olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Et teknolojisinde kullanılan *Lactobacillus* cinsi bakteriler fakültatif heterofermantatif mikroorganizmalar olup glukozu EMP yolu ile major fermentasyon ürünü olan laktik aside dönüştürür (Kaya ve Kaban 2010). Bu mikroorganizmalar, diğer pek çok üründe olduğu gibi fermente et ürünlerinin üretiminde de starter kültür olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Lücke 1985; Tilsala-Timişjärvi and Alatosava 1997; Gökalp vd 2004; Kaban *et al.* 2012).

Genel olarak laktik asit bakterileri, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* ve *Streptococcus*'dan oluşan dört çekirdek cinsi tarafından temsil edilmektedir (Axelsson 1998; Halász 2009; Khalid 2011). Bu mikroorganizmaların en büyük kısmını ise *Lactobacillus* cinsi oluşturmakta olup laktobasillerin pek çok türü gıda endüstrisinde starter kültür olarak kullanılmakta ve bu cins ile genellikle et ve et ürünlerinde karşılaşmaktadır (Axelsson 1998; Khalid 2011). Avrupa'da fermente et ürünlerinde genellikle karışık kültürler (*Lactobacillus/Pediococcus* ve *Staphylococcus/Micrococcus*), ABD'de ise laktobasiller veya pediokoklar starter kültür olarak kullanılmaktadır (Geisen *et al.* 1992). Laktobasiller içerisinde ise en önemli türlerden biri de *L. sakei*'dir. Bu türün pek çok suşu starter kültür preparatlarında tekli olarak

veya diğerk laktik asit bakteri suşları ve koagülaz negatif koklar ile birlikte çoklu kültür olarak piyasada yer almaktadır. Mevcut bu çalışmada kullanılan *L. sakei* S15, geleneksel bir sucuk örneğinden izole edilen, fenotipik ve genotipik karakteristikleri belirlenmiş yerel bir suştur (Kaya vd. 2015).

Starter kültür kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucuklarda üretim süresince belirlenen laktik asit bakteri sayıları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere sucuk hamurlarında starter kültür ilave edilmeyen kontrol grubunda spontan florada 3 log kob/g laktik asit bakteri sayısı ile karşılaşılmıştır. Diğerk gruplara ise metot kısmında belirtildiği gibi 10^7 kob/g civarında *Lactobacillus sakei* S15 inoküle edildiğinden bu gruplarda laktik asit bakteri sayısı 7 log kob/g civarında tespit edilmiştir. Kontrol grubunda 48 saatlik fermantasyondan sonra laktik asit bakteri sayısında 1,5-3 log kob/g arasında değışen artışlar olmuş ancak yine de diğerk gruplara göre daha düşük laktik asit bakteri sayısı saptanmıştır. *L. sakei* S15 içeren gruplarda ise fermantasyondan sonra sayı 8 log kob/g düzeyine ulaşmıştır. *L. sakei* S15+ *S.xylosus* GM92 içeren grup, sadece *L. sakei* S15 içeren gruba göre daha yüksek değer vermiştir. Tremonte *et al.* (2010) tarafından yapılan araştırmada koagülaz negatif stafilocokların bazı *L. sakei* suşlarının gelişimini sitümüle ettiğiki belirtilmektedir. Bu sonuca göre yerel bir suş olan *L. sakei* S15, 22°C'de 48 saat içeresinde *S. xylosus* GM92 varlığında da iyi bir gelişme göstermiştir. Kontrol grubu örneklerde fermantasyondan sonra 10^5 - 10^6 kob/g düzeyinde olan laktik asit bakteri sayısı, ısıl işlemden sonra saptanabilir sınırın altına düşmüştür. Bu sonuç 10^2 kob/g olarak kabul edildiğiki takdirde 3-4 log birimlik bir redüksiyon söz konusu olmaktadır. Buna karşın *L. sakei* S15 içeren gruplarda ise sayıda 5 log birim civarında bir azalma gözlenmiş ve bu gruplarda sayı 10^3 kob/g düzeyinde kalmıştır. Ayrıca bu gruplarda kurutma sonrasında önemli değışimler de gözlenmemiştir.

Çizelge 4.1. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen laktik asit bakteri sayıları (log kob/g)

Starter Kültür	Blok	Üretim aşamaları			
		Hamur	Fermantasyon sonrası	Isıl işlem sonrası	Kurutma sonrası
Kontrol	1	3,70	6,53	<2	<2
		3,72	6,26	<2	<2
	2	3,20	5,40	<2	<2
		3,00	5,26	<2	<2
<i>L. sakei</i> S15	1	7,43	8,07	3,15	2,30
		7,63	8,12	3,00	2,00
	2	7,37	8,00	3,00	3,30
		7,35	8,15	3,18	2,70
<i>L. sakei</i> S15+ <i>S.xylosus</i> GM92	1	7,26	8,53	3,40	3,65
		7,20	8,48	3,30	3,78
	2	7,36	8,36	3,48	3,71
		7,48	8,28	3,45	3,95

4.1.2. *Micrococcus/Staphylococcus*

Kür edilmiş et ürünlerinde teknolojik açıdan önem arz eden katalaz pozitif koklar, lipolitik ve proteolitik aktiviteleri ile aroma oluşumunda önemli rol oynamaktadır. Ayrıca bu mikroorganizmaların renk oluşumu ve stabilizasyonunda da fonksiyonları söz konusudur (Rodriguez *et al.* 1996; Landeta *et al.* 2011). Aside hassas olan bu mikroorganizmalar pH'nın uygun olması halinde iyi bir gelişme gösterebilmektedir (Kaya ve Kaban 2010). Sucuk üzerinde yürütülen araştırma sonuçlarına göre fermente sucuklarda, katalaz pozitif kokların önemli bir kısmını koagülaz negatif stafilokoklar oluşturmaktadır (Kaban and Kaya 2008).

Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucuklarda üretim süresince belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayıları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Üç farklı grubun üretildiği araştırmada, *S. xylosus* GM92 suşu, karışık starter kültür içeren gruba 10^6 kob/g civarında inoküle edilmiş ve bu gruba ait sucuk hamurunda da beklendiği gibi aynı düzeyde sayı tespit edilmiştir. Kontrol grubu ile *L. sakei* S15 içeren grupta ise hamurda spontan olarak belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı 10^4 kob/g civarında bulunmuştur. Fermantasyon aşamasında *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı kontrol grubuna ait bazı örneklerde az da olsa bir artış göstermiştir. Buna karşın sayıda diğer gruplarda önemli değişimler gözlenmemiştir. Aside hassas olan bu mikroorganizmaların fermantasyon sırasında ya çok az yada hiç gelişmemektedir (Kaya ve Kaban 2010). Tüm gruplarda ısıtılmış uygulama ile 1-2 log birim arasında değişen redüksiyonlar gözlenmiş, kurutma sonrasında ise sayıda kısmen artış kaydedilmiştir.

Çizelge 4.2. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayıları (log kob/g)

Starter Kültür	Blok	Üretim aşamaları			
		Hamur	Fermantasyon sonrası	Isıl işlem sonrası	Kurutma sonrası
Kontrol	1	4,63	5,23	4,08	4,19
		4,60	5,65	4,05	4,15
	2	4,99	4,78	4,11	3,74
		4,58	5,05	4,30	3,60
<i>L. sakei</i> S15	1	4,90	4,45	3,95	4,03
		4,85	4,30	3,60	4,18
	2	4,88	3,70	3,46	3,53
		4,70	4,88	3,48	3,62
<i>L. sakei</i> S15+ <i>S.xylosus</i> GM92	1	6,43	6,00	4,84	5,15
		6,00	6,25	4,90	5,23
	2	6,18	6,00	4,23	4,79
		6,00	6,40	4,70	4,48

Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına (log kob/g) ait varyans analiz

sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından olan starter kültür ve üretim aşaması, *Micrococcus/Staphylococcus* sayısında $P<0,01$ düzeyinde etkili olurken, bu iki faktörün interaksyonu $P<0,05$ düzeyinde etki göstermiştir.

Çizelge 4.3. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına (log kob/g) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Starter Kültür (SK)	2	7,525	116,642**
Üretim Aşaması (ÜA)	3	4,368	67,702**
Blok	1	0,621	9,627*
SK x ÜA	6	0,310	4,805*
Hata	35	0,065	-
Genel	48	-	-

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

Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına (log kob/g) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir. Ortalama *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı, *L. sakei* S15+S. xylosus GM92 içeren grupta en yüksek değeri vermiştir. Bu sonuç, bu gruba ilave edilen *S. xylosus* GM92 suşundan ileri gelmektedir. Sadece *L. sakei* S15 inoküle edilen grup ise en düşük ortalama değeri vermiş ve bu ortalama değer kontrol grubuna ait ortalama değerden istatistiki olarak farklı bulunmuştur. Bu sonucun ise *L. sakei* S15 içeren grubun, kontrol grubuna göre daha düşük bir pH değerine sahip olmasından ileri geldiği düşünülmektedir.

Çizelge 4.4. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına (logkob/g) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)

Starter Kültür	<i>Micrococcus/Staphylococcus</i>
Kontrol	4,48±0,56b
<i>L. sakei</i> S15	4,16±0,56c
<i>L. sakei</i> S15+S.xylosus GM92	5,47±0,75a

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

Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına (log kob/g) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Fermantasyon aşamasında ya çok az yada hiç gelişmediği belirtilen bu mikroorganizmalar, bu araştırmada da benzer bir durum sergileyerek sucuk hamuru ile fermantasyon sonrasında aynı ortalama değeri vermiştir. Isıtılmış sucuk sonrasında ortalama sayıda yaklaşık 1 log birimlik bir düşüş gözlenmiş ve bu değer kurutma sonrasında belirlenen değerden istatistiksel açıdan farklı bulunmamıştır. Isıtılmış sucuk üzerinde yapılan diğer araştırmalarda da ısıtılmış sucuk aşamasında uygulanan sıcaklık normlarına bağlı olarak *Micrococcus/Staphylococcus* sayısında redüksiyonlar tespit edilmiştir (Ercoskun 2006; Ercoskun *et al.* 2010; Ensoy *et al.* 2010; Kurt and Zorba 2010a; Çakır *et al.* 2013; Kaban and Bayrak 2015).

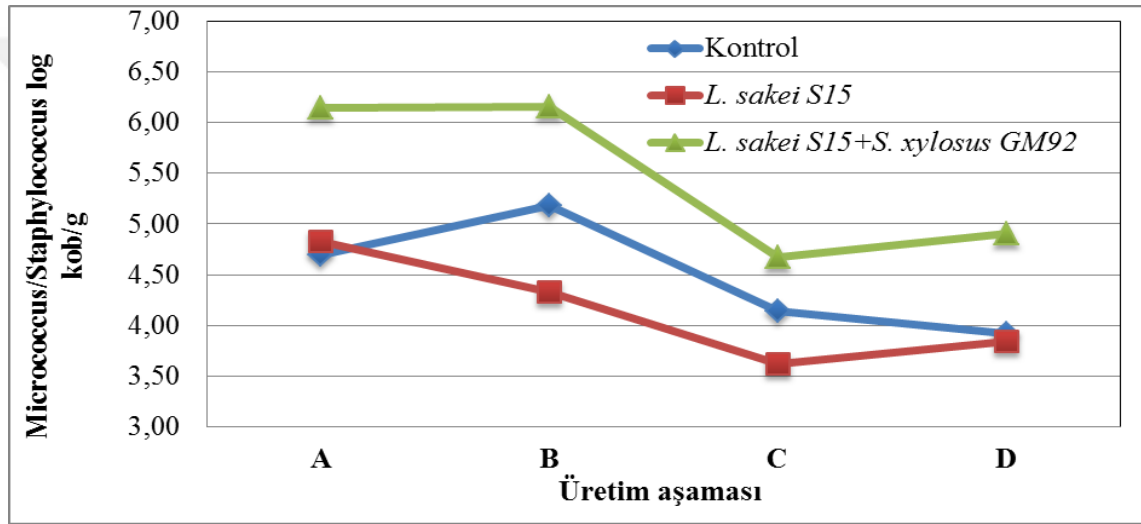
Çizelge 4.5. Isıtılmış sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına (log kob/g) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05)

Üretim Aşaması	<i>Micrococcus/Staphylococcus</i>
Sucuk hamur	5,22±0,70a
Fermantasyon sonrası	5,22±0,85a
Isıtılmış sucuk sonrası	4,14±0,49b
Kurutma sonrası	4,22±0,59b

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

Isıtılmış sucukların *Micrococcus/ Staphylococcus* sayısı üzerinde önemli (P<0,05) etkisi saptanan starter kültür x üretim aşaması interaksiyonuna ait grafik Şekil 4.1’de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere *S.xylosus* GM92 içeren grup, üretim aşamalarında yüksek değerler vermiştir. Fermantasyon aşamasında bu grupta önemli bir değişim olmamıştır. Bu suşun fermente sucuk üretiminde de canlılığını önemli ölçüde koruduğu Kaban and Kaya (2009a) tarafından da belirlenmiştir. Buna karşın fermantasyon aşamasında sadece *L. sakei* S15 içeren grupta, asit oluşumunun diğer gruplara göre daha hızlı olmasından dolayı sayıda bir düşüş gözlenmiştir. Kontrol grubunda ise bu aşamada pH düşüşü gerçekleşmediğinden sayıda artış kaydedilmiştir.

Fermente sucuk üzerinde yapılan araştırmalarda da starter kültür kullanılmadan üretilen sucuklarda fermentasyonun ilk günlerinde pH değerinde düşüş olmadığı ve hatta artışlar olabildiği ve bundan dolayı fermantasyondaki asitleşmenin hızı ve derecesinin *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı üzerinde etkili olduğu kaydedilmiştir (Kaban and Kaya 2006; Kaban ve Kaya 2010). *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı, ısıl işlem sırasında tüm gruplarda azalmış, kurutma aşamasında ise kontrol hariç diğer gruplarda az bir artış göstermiştir (şekil 4.1).



şekil 4.1. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı üzerine starter kültür x üretim aşaması interaksiyonunun etkisi

*A:sucuk hamuru, B:Fermantasyon sonrası, C:Isıl işlem sonrası, D: Kurutma sonrası

4.1.3. Enterobacteriaceae

Starter kültür kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların Enterobacteriaceae sayıları hem sucuk hamurunda hem de üretim diğer aşamalarında saptanabilir sınırın altında ($<10^2$ kob/g) bulunmuştur. Gram (-) zellikte olan bu familya üyelerinin pek çoğu patojen özellik gösterdiğinden, gıda güvenliği açısından risk teşkil etmektedir (Turantaş 1999). Bu nedenle üretimde kullanılan hammaddenin hijyenik kalitesi oldukça önemlidir. Bu araştırmada Enterobacteriaceae familyası üyelerinin saptanabilir sınırın altında olması, hammadde temininde gerekli hijyenik tedbirlerin alındığının bir göstergesidir. Bununla birlikte Enterobacteriaceae familyası üyelerinin sucukta üretim

sırasında azalan pH ve a_w /nem değerlerine bağlı olarak düştüğü pek çok araştırmada belirtilmektedir (Kaya and Gökalp 2004a,b; Kaban and Kaya 2006; Genççelep *et al.* 2007).

4.2. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

4.2.1. pH

Et, yüksek su aktivitesi ve zengin besin içeriği ile mikroorganizma gelişimi için iyi bir kaynaktır. Fermantasyon etin muhafazasında kullanılan en eski yöntemlerden biridir. (Gökalp vd 2004). Fermantasyon sırasında oluşan asitleşme, renk, lezzet ve tekstür gelişimi gibi ürün özellikleri üzerinde önemli etkilerinin yanı sıra arzu edilmeyen florayı kontrol altında tutarak ürün güvenliğine de katkı da bulunmaktadır (Kaya ve Kaban 2010). Çizelge 4.6'da starter kültür kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen pH değerleri verilmiştir. Sucuk hamurlarında 5,5 civarında olan pH değerleri, fermantasyon sonrasında kontrol grubunda artarken, *L. sakei* S15 içeren gruplarda düşmüştür. Isıl işlem ve kurutma sonrası üretim basamaklarında ise pH değerinde artışlar tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen pH değerleri

Starter Kültür	Blok	Üretim aşamaları			
		Sucuk hamur	Fermantasyon sonrası	Isıl işlem sonrası	Kurutma sonrası
Kontrol	1	5,58	5,63	5,69	5,79
		5,60	5,64	5,73	5,76
	2	5,56	5,63	5,77	5,80
		5,56	5,61	5,76	5,75
<i>L. sakei</i> S15	1	5,54	4,78	4,88	4,97
		5,56	4,71	4,90	4,93
	2	5,52	4,75	4,95	4,98
		5,55	4,79	4,99	4,95
<i>L. sakei</i> S15+ <i>S.xyloso</i> GM92	1	5,56	4,79	4,87	4,88
		5,58	4,82	4,86	4,95
	2	5,57	4,90	4,96	4,99
		5,56	4,87	4,90	4,93

Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre starter kültür ve üretim aşaması faktörleri ile starter kültür x üretim aşaması etkileşimi pH değeri üzerinde çok önemli ($P<0,01$) etki göstermiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Starter Kültür (SK)	2	2,780	2232,745**
Üretim Aşaması (ÜA)	3	0,526	565,488**
Blok	1	0,008	8,330**
SK x ÜA	6	0,220	236,459**
Hata	35	0,001	-
Genel	48	-	-

** $P<0,01$

Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.8’de gösterilmiştir. *L. sakei* S15 içeren gruplarda pH değerleri birbirlerinden istatistiki açıdan farklılık göstermezken, kontrol grubu daha yüksek bir ortalama pH değeri vermiştir. Kontrol grubuna ait bu ortalama değer, diğer gruplara ait ortalama pH değerlerinden daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). Sucuk ve benzeri fermente sosislerde laktik starter kültürlerin, pH değerini önemli ölçüde düşürdüğü pek çok çalışmada da tespit edilmiştir (Vural ve Öztan 1992; Vural 1998; Bozkurt and Bayram 2006; Kaban and Kaya 2009a; Wang *et al.* 2013). Bu tip ürünlerde laktik asit bakterilerinin en önemli fonksiyonu hamura ilave edilen şekerlerden laktik asit oluşturmalarıdır. *L. sakei*, Avrupa’da pek çok üründe yaygın bir şekilde starter kültür olarak kullanılmaktadır (Freiding *et al.* 2011). Ancak starter kültür olarak kullanılacak *L. sakei* ve diğer laktik asit bakteri suşlarının hamura yeterli düzeyde ilave edilmesi gerekmektedir (Lücke 1985). Fermente sosis üzerinde yapılan bir çalışmada 10^5 kob/g düzeyinde hamura ilave edilen *L. sakei* C2 suşunun kontrol grubuna yakın değerler verdiğini, 10^7 kob/g

düzeyinde ilave edildiğinde ise starter kültürden beklenen etkilerin görüldüğü rapor edilmiştir (Gao *et al.* 2014).

Çizelge 4.8. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05)

Starter Kültür	pH
Kontrol	5,68±0,09a
<i>L. sakei</i> S15	5,05±0,31b
<i>L. sakei</i> S15+ <i>S.xyloso</i> GM92	5,06±0,31b

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

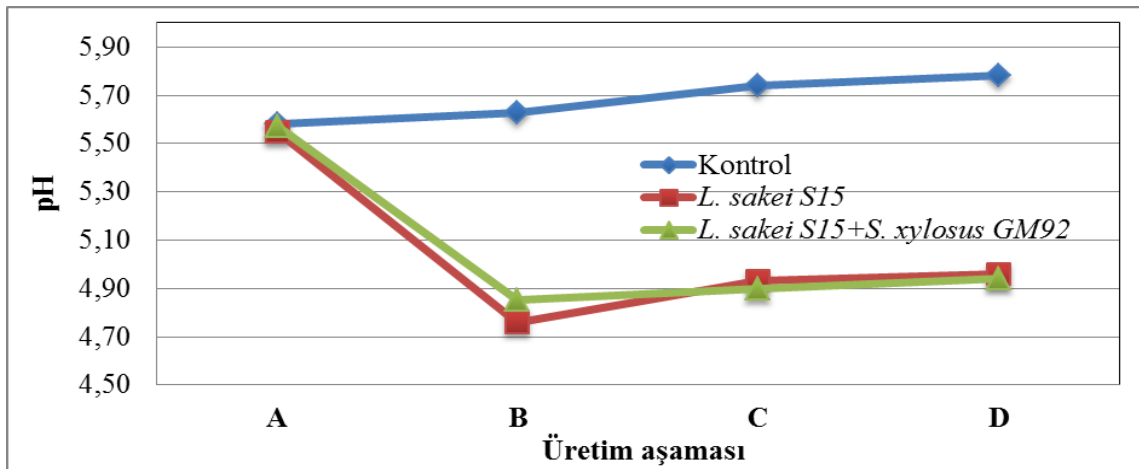
Isıtılmış sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir. Üretim aşamaları birbirinden istatistiki olarak farklı ortalamalar vermiştir. En düşük ortalama pH değeri, fermantasyon aşamasında saptanmıştır. Isıtılmış sucuk sırasında ise gerçekleşen protein denatürasyonu nedeni ile pH değeri artış göstermiştir. Ercoşkun (2006), Ercoşkun *et al.* (2010), Çakır *et al.* (2013) ve Kaban and Bayrak (2015) tarafından yapılan araştırmalarda da fermantasyondan sonra uygulanan ısıtılmış sucuk sırasında pH değerinde artış olduğu rapor edilmiştir. Kurutma sırasında ise az da olsa pH değerinde artış gözlenmiştir. Bu sonucun kurutma sırasında gerçekleşen proteolizden kaynaklanan bazı karakterli bileşiklerden ileri geldiği düşünülmektedir. Nitekim sucuk, salami ve Rohwurst gibi fermente sosislerde olgunlaştırmanın son aşamalarında pH değerinde görülen artışların proteoliz sonucu oluşan bazı karakterdeki bileşiklerden ileri geldiği bildirilmiştir (Lücke 1985; Genççelep *et al.* 2007; Kaban and Kaya 2009a).

Çizelge 4.9. Isıtılmış sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05)

Üretim Aşaması	pH
Sucuk hamur	5,56±0,02a
Fermantasyon sonrası	5,08±0,41d
Isıtılmış sucuk sonrası	5,19±0,41c
Kurutma sonrası	5,22±0,41b

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

Starter kültür kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların pH değeri üzerine starter kültür x üretim aşaması interaksyonunun etkisi Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere *L. sakei* S15 içeren gruplar, üretim aşamalarında birbirine yakın pH değerleri göstermiştir. Starter kültür inoküle edilmeden üretilen kontrol grubunda, fermantasyon aşamasında beklenen asitleşme gerçekleşmemiştir. Bu sonuç, kontrol grubunda spontan laktik asit bakterilerinin ortama yeterince hakim olmadığını ve arzu edilen pH düşüşünü gerçekleştirmediğini göstermektedir. Kaban ve Kaya (2010) tarafından yapılan araştırmada da yavaş olgunlaştırma ile üretilen sucuklarda, fermantasyonun ilk gününde pH’nın hafif bir artış gösterdiği, bu sonucun spontan laktik asit bakterilerinin aktivitelerinin yavaş olması ve buna bağlı olarak sucuk hamurunda bulunan diğer bakterilerin aktiviteleri sonucu oluşan metabolitlerinden ileri geldiği belirtilmiştir. Nitekim, Kaban and Kaya (2006) ve Kaban and Kaya (2009a) da doğal fermantasyonla nitrit kullanılarak üretilen sucuklarda 24 saatlik fermantasyon sonrasında pH değerinde hafif bir artış olduğunu rapor etmişlerdir. Bu sonuçlara göre ısıl işlem görmüş sucukta güvenli ve sürekli bir asitleşme için laktik asit bakterileri büyük önem arz etmektedir. *L. sakei* S15’in starter kültür olarak kullanılması durumunda 48 saatlik bir fermantasyon sonunda, pH değeri 5,00’in altına düşürülebilmektedir. Asitleşmenin daha az olması istenen ürünlerde daha kısa süreli bir fermantasyon uygulanabilir.



Şekil 4.2. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların pH değeri üzerine starter kültür x üretim aşaması interaksyonunun etkisi

*A:Sucuk hamuru, B:Fermantasyon sonrası, C:Isıl işlem sonrası, D: Kurutma sonrası

4.2.2. Nem

Starter kültür kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen nem (%) değerleri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere tüm gruplarda nem değeri başlangıçta %60'lar civarında bulunmuştur. Nem değeri, fermantasyon, ısı işlem ve kurutma aşamalarında kademeli olarak düşüş göstermiş ve tüm gruplarda kurutma sonrasında %45'in altına düşmüştür. Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliğine (Anonim 2012) göre de ısı işlem görmüş sucukta %nem değerinin en fazla %50 olabileceği belirtilmektedir.

Çizelge 4.10. Starter kültür kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen nem (%) değerleri

Starter Kültür	Blok	Üretim aşamaları			
		Sucuk hamuru	Fermantasyon sonrası	Isıl işlem sonrası	Kurutma sonrası
Kontrol	1	60,53	51,00	50,13	43,58
		60,64	49,49	49,16	43,93
	2	61,16	49,74	48,07	43,34
		62,34	49,63	48,46	43,88
<i>L. sakei</i> S15	1	59,06	48,31	47,77	42,35
		60,44	51,13	49,13	43,10
	2	61,36	48,31	47,60	41,66
		60,26	49,54	48,22	41,98
<i>L. sakei</i> S15+ <i>S.xylosus</i> GM92	1	59,72	48,02	47,80	41,92
		60,87	49,36	46,15	42,20
	2	61,90	51,38	47,46	43,80
		60,76	50,27	48,68	42,61

Starter kültür kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Nem değeri üzerinde starter kültür kullanımının $P<0,05$ düzeyinde, üretim aşamasının ise $P<0,01$ düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Starter kültür x üretim aşaması interaksyonu ise örneklerin nem değeri üzerinde önemli bir etki göstermemiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.11. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Starter Kültür (SK)	2	3,920	4,619*
Üretim Aşaması (ÜA)	3	677,103	797,723**
Blok	1	0,913	0,307
SK x ÜA	6	0,504	0,733
Hata	35	0,849	-
Genel	48	-	-

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

Isıl işlem görmüş sucuk üretiminde starter kültür kullanımı, nem değeri üzerinde etkili olmuş ve kontrol grubunda en yüksek ortalama değeri vererek diğer gruplardan istatistiki olarak farklılık göstermiştir. *L. sakei* S15 içeren gruplar ise nem değeri açısından birbirinden istatistiki olarak farklı bulunmamıştır ($P>0,05$) (Çizelge 4.12). Muhtemelen bu sonuç, benzer pH değerleri sergilemelerinden kaynaklanmaktadır. Nitekim fermantasyon sırasında pH'nın et proteinlerinin izoelektrik noktasına kadar düşmesi sonucunda et proteinlerinin su tutma kapasitesi düşmekte ve dolayısıyla ürünün kuruması hızlanmaktadır (Kaya ve Kaban 2010).

Çizelge 4.12. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların nem değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)

Starter Kültür	Nem(%)
Kontrol	50,94±6,61a
<i>L. sakei</i> S15	50,01±6,77b
<i>L. sakei</i> S15+ <i>S.xylosus</i> GM92	50,18±6,94b

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

Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen nem değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.13’de verilmiştir. Isıl işlem görmüş sucuk örneklerinin nem değerleri, üretim sırasında kademeli olarak düşmüş ve en düşük ortalama değer kurutma sonrasında belirlenmiştir. Belirlenen ortalama nem değeri, Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliğinde (Anonim 2012) belirtilen sınır değerinin altındadır.

Çizelge 4.13. Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen nem (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05)

Üretim Aşaması	Nem(%)
Sucuk hamur	60,75±0,89a
Fermantasyon sonrası	49,68±1,12b
Isıl işlem sonrası	48,22±1,01c
Kurutma sonrası	42,86±0,84d

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

4.2.3. TBARS (Tiyobarbutirik asit reaktif substans) değeri

Et ve et ürünlerinde lipit oksidasyonu, kalite kayıplarının öncelikli nedenlerden biridir. Kesim sonrası etin kasa dönüşümü sırasında, prooksidatif ve antioksidatif faktörler arasındaki dengenin bozulması, lipit oksidasyonunu başlatmakta ve ilerletmektedir. Ette lipit oksidasyonu, endojen (toplam lipit içeriği, yağ asidi kompozisyonu, demirin bağlanma durumu, indirgeyici bileşikler, doğal antioksidanlar ve antioksidan enzimler) ve ekzojen faktörlere (oksijen, ısı işlem, tuz ilavesi, taşıma ve dağıtım süresince uygun olmayan sıcaklıklar ve uzun süreli depolama gibi) bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Lipit oksidasyonunda tür ve kas çeşidi de önemli faktörlerdir (Min *et al.* 2008). Starter kültür kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen TBARS değerleri Çizelge 4.14’de verilmiştir. Lipit oksidasyonunun bir göstergesi olan TBARS değeri, hamurunun bileşimi, etin kıyılma derecesi, pH gibi pek çok faktör tarafından etkilenmektedir (Ordenez *et al.* 1999). Sucuk hamurunda TBARS değerleri 4,39-5,72 $\mu\text{mol MDA/kg}$ arasında değişmiş ve

üretim aşamalarında bu değer artmaya devam ederek 5,17-8,76 $\mu\text{mol MDA/kg}$ 'a ulaşmıştır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Starter kültür kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen TBARS değerleri ($\mu\text{mol MDA/kg}$)

Starter Kültür	Blok	Üretim aşamaları			
		Sucuk hamuru	Fermentasyon sonrası	Isıl işlem sonrası	Kurutma sonrası
Kontrol	1	4,39	5,53	6,25	5,17
		5,17	5,32	5,74	6,85
	2	5,66	6,48	5,83	5,84
		4,76	7,06	5,35	6,00
<i>L. sakei</i> S15	1	4,48	4,88	5,41	5,78
		5,30	5,35	5,75	5,72
	2	5,24	6,36	6,41	6,35
		5,13	5,88	6,80	6,88
<i>L. sakei</i> S15+ <i>S.xylopus</i> GM92	1	4,90	5,17	7,94	8,22
		4,70	4,88	6,78	7,88
	2	5,72	6,10	6,81	8,76
		5,35	6,61	6,97	7,93

Starter kültür kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre starter kültür ve üretim aşaması faktörleri ile starter kültür x üretim aşaması etkileşimini çok önemli ($P<0,01$) düzeyde etkili olmuştur.

Çizelge 4.15. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Starter Kültür (SK)	2	3,610	13,930**
Üretim Aşaması (ÜA)	3	6,539	25,235**
Blok	1	3,371	13,009*
SK x ÜA	6	1,569	6,054**
Hata	35	0,259	-
Genel	48	-	-

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

Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre *L. sakei* S15+S.*xylosus* GM92 içeren grup, diğer gruplardan daha yüksek TBARS değeri vermiş ve istatistiki olarak da farklılık göstermiştir (Çizelge 4.16). Bu sonuç muhtemelen starter kültür olarak kullanılan *S.xylosus* GM92 suşunun lipolitik aktivitesinden kaynaklanmaktadır (Kaban and Kaya 2009a).

Çizelge 4.16. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05)

Starter Kültür	TBARS
Kontrol	5,71±0,71b
<i>L. sakei</i> S15	5,73±0,69b
<i>L. sakei</i> S15+S. <i>xylosus</i> GM92	6,55±1,34a

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

Isıtılmış sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05) Çizelge 4.17'de verilmiştir. Ortalama TBARS değeri, üretim aşamasının ilerlemesine bağlı olarak artmış ve en yüksek değer, kurutma sonrası örneklerde tespit edilmiştir. Isıtılmış işlem, kas hücre yapısını bozarak uçucu bileşikler ve lipit peroksidasyonunun oluşumunu hızlandırmakta, antioksidan enzimleri ve antioksidatif bileşikler inaktive etmekte ve

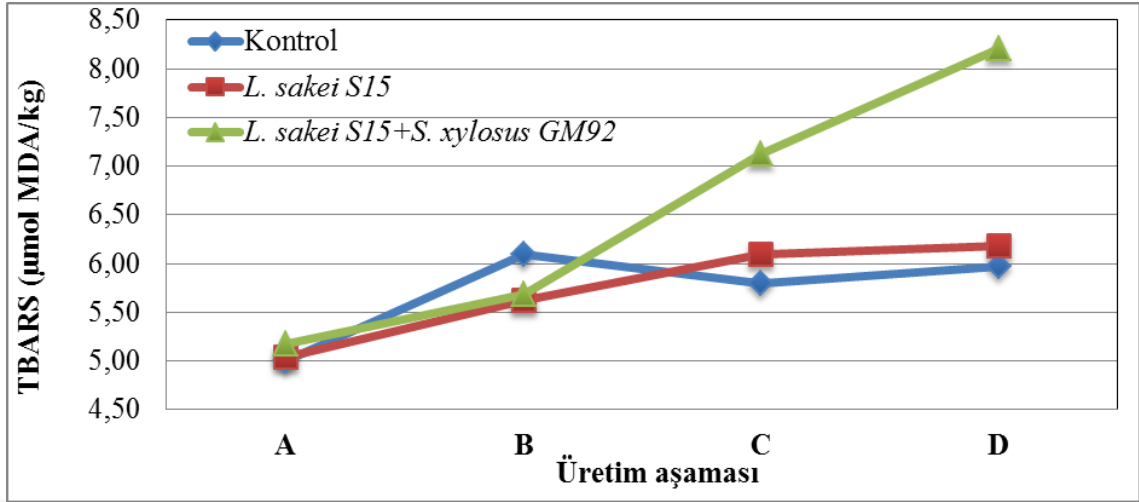
heme pigmentinden demiri serbest hale geçirmektedir (Min *et al.* 2008). Isıl işlem uygulamasının TBARS değerini artırdığı, Ercoşkun *et al.* (2010) ve Çakır *et al.* (2013) tarafından da rapor edilmiştir.

Çizelge 4.17. Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05)

Üretim Aşaması	TBARS
Sucuk hamur	5,07±0,43d
Fermantasyon sonrası	5,80±0,72c
Isıl işlem sonrası	6,34±0,76b
Kurutma sonrası	6,78±1,17a

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

Starter kültür kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların TBARS değeri üzerine starter kültür x üretim aşaması interaksyonunun etkisi Şekil 4.3'de gösterilmiştir. Fermantasyon aşamasında her üç grupta da TBARS değeri artış göstermiştir. En önemli farklılık ısıl işlem ve kurutma aşamalarında görülmüştür. Bu aşamalarda *L. sakei* S15+S.*xylosus* GM92 içeren grup, diğer gruplara göre daha yüksek değerler vermiştir. Bu sonucun yukarıda da belirtildiği gibi araştırmada starter kültür olarak kullanılan koagülaz negatif suşun lipolitik aktivitesi sonucu oluşan ürünlerin lipit oksidasyonu için iyi bir prokürsör olmalarından ileri geldiği tahmin edilmektedir.



Şekil 4.3. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların TBARS değeri üzerine starter kültür x üretim aşaması etkisinin etkisi
A:Sucuk hamuru, B:Fermantasyon sonrası, C:Isıl işlem sonrası, D: Kurutma sonrası

4.2.4. Renk değerleri

Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla Çizelge 4.18, 4.19 ve 4.20'de verilmiştir. En düşük L^* değeri sucuk hamurunda 43,51 olarak kontrol grubunda, en yüksek değer ise 47,51 olarak *L. sakei S15+S.xylosus GM92* içeren grupta tespit edilmiştir. Fermantasyondan sonra L^* değerlerinde kısmen düşüşler gözlenmiştir. Ancak ısıtılmış uygulama tüm gruplarda L^* değerini artırmıştır. Kurutma aşamasında ise L^* değeri kontrol grubunda genellikle düşmüş, starter kültür içeren gruplarda ise genellikle artış göstermiştir (Çizelge 4.18). Isıtılmış sucuk örneklerinin a^* değeri, sucuk hamurunda 8,09 ile 10,68 arasında değişmiştir. Fermantasyon aşamasında tüm gruplarda a^* değeri artış göstermiş, ısıtılmış ise bu değeri olumsuz yönde etkileyerek düşürmüştür. Bununla beraber ısıtılmış ve kurutma sonrası aşamalarında birbirine oldukça yakın değerler tespit edilmiştir (Çizelge 4.19). Bir örnek hariç tüm gruplarda en yüksek b^* değeri sucuk hamurunda saptanmıştır. Fermantasyondan kurutma aşamasına kadar b^* değerinde genellikle düşüşler gözlenmiştir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.18. Starter kültür kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen L^* değerleri

Starter Kültür	Blok	Üretim aşamaları			
		Sucuk hamuru	Fermantasyon sonrası	Isıl işlem sonrası	Kurutma sonrası
Kontrol	1	46,15	47,31	48,56	45,19
		45,80	43,11	48,70	46,12
	2	43,51	40,67	49,17	46,90
		46,56	40,59	49,91	50,31
<i>L. sakei</i> S15	1	42,82	44,46	48,38	49,20
		45,40	46,78	49,23	51,49
	2	45,28	44,24	49,99	51,49
		45,43	46,10	50,98	52,26
<i>L. sakei</i> S15+ <i>S.xylosus</i> GM92	1	45,25	45,53	49,22	51,95
		47,51	45,89	49,96	52,24
	2	47,36	45,81	51,11	51,95
		45,08	47,16	51,48	50,55

Çizelge 4.19. Starter kültür kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen a^* değerleri

Starter Kültür	Blok	Üretim aşamaları			
		Sucuk hamuru	Fermantasyon sonrası	Isıl işlem sonrası	Kurutma sonrası
Kontrol	1	9,58	17,68	15,24	16,43
		8,97	21,42	14,50	16,19
	2	8,09	25,39	14,05	15,30
		9,61	16,14	14,64	13,52
<i>L. sakei</i> S15	1	9,03	17,40	16,82	14,85
		9,65	16,54	15,70	16,74
	2	8,41	16,44	17,26	16,40
		9,46	16,98	14,87	16,41
<i>L. sakei</i> S15+ <i>S.xylosus</i> GM92	1	8,73	18,35	16,61	15,57
		9,60	16,14	16,57	15,72
	2	10,67	18,07	15,63	15,20
		10,68	19,79	15,65	15,73

Çizelge 4.20. Starter kültür kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen b* değerleri

Starter Kültür	Blok	Üretim aşamaları			
		Sucuk hamuru	Fermantasyon sonrası	Isıl işlem sonrası	Kurutma sonrası
Kontrol	1	21,76	14,48	13,21	13,49
		21,06	17,82	13,27	14,74
	2	19,20	20,36	12,81	13,11
		20,65	15,69	13,35	11,96
<i>L. sakei</i> S15	1	19,24	14,09	14,45	12,55
		20,24	13,23	13,93	14,39
	2	20,91	14,85	13,94	16,40
		21,98	16,54	12,41	16,41
<i>L. sakei</i> S15+ <i>S.xylosus</i> GM92	1	18,79	16,32	15,59	15,24
		22,65	13,75	14,55	14,25
	2	22,53	15,85	13,64	12,65
		22,27	12,72	13,85	14,40

Starter kültür kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen L*, a* ve b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları sırasıyla Çizelge 4.21, 4.22 ve 4.23'te gösterilmiştir. Starter kültür kullanımı L* değeri üzerinde P<0,01 düzeyinde önemli bulunurken, a* ve b* değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olmamıştır (P<0,05). Üretim aşaması faktörü ise L*, a* ve b* değerleri üzerinde çok önemli düzeyde etki göstermiştir (P<0,01). Buna karşın starter kültür x üretim aşaması interaksyonu her üç renk parametresi üzerinde de önemli etki göstermemiştir (P>0,05).

Çizelge 4.21. Starter kültür kullanılarak üretilen ısı işlem görmüş sucukların üretim aşamalarında belirlenen L* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Starter Kültür (SK)	2	24,935	10,851**
Üretim Aşaması (ÜA)	3	89,078	38,765**
Blok	1	1,216	0,529
SK x ÜA	6	5,018	2,184
Hata	35	2,298	-
Genel	48	-	-

**P<0,01

Çizelge 4.22. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen a* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Starter Kültür (SK)	2	0,534	0,245
Üretim Aşaması (ÜA)	3	174,293	79,853**
Blok	1	0,003	0,001
SK x ÜA	6	5,105	2,339
Hata	35	2,183	-
Genel	48	-	-

**P<0,01

Çizelge 4.23. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Starter Kültür (SK)	2	0,193	0,091
Üretim Aşaması (ÜA)	3	132,829	62,432**
Blok	1	0,605	0,284
SK x ÜA	6	4,312	2,027
Hata	35	2,128	-
Genel	48	-	-

**P<0,01

Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların L* değerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.24'de verilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği üzere en düşük değer kontrol grubunda belirlenmiştir. Starter kültür içeren gruplar arasında ise L* değerinde istatistiki açıdan bir farklılık tespit edilmemiştir. Bu sonuçlara göre ısıtılmış sucukta L* değeri açısından kullanılan laktik asit bakteri suşu, pozitif etki göstermektedir. *S. xylosum* GM92 suşu da parlaklığın ölçüsü olan L* değerini artırmıştır. Ancak bu artış, *L. sakei* S15 içeren gruba ait L* değerinden istatistiki bir farklılığa neden olacak düzeyde olmamıştır. Gao *et al.* (2014) tarafından yapılan araştırmada da *L. sakei* C2 suşunun (inokülasyon düzeyi 10⁷ kob/g) fermente sosislerde L* ve a* değerlerini artırdığı, b* değeri üzerinde ise önemli

bir etkisinin olmadığı rapor edilmiştir. Wang *et al.* (2013) ise *L. sakei* inokülasyonunun fermente sosiste L*, a* ve b* değerlerini artırdığını bildirmişlerdir. Mevcut bu çalışmada ise kırmızı renk yoğunluğunu ifade eden a* değeri ile sarı renk yoğunluğunun göstergesi olan b* değeri üzerinde ise starter kültür kullanımının önemli bir etkisi olmamıştır (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların L* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05)

Starter Kültür	L*	a*	b*
Kontrol	46,16±2,98b	14,80±4,52a	16,06±3,47a
<i>L. sakei</i> S15	47,72±3,02a	14,56±3,32a	15,97±3,05a
<i>L. sakei</i> S15+ <i>S.xylosus</i> GM92	48,63±2,70a	14,92±3,25a	16,19±3,46a

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

Fermente sosislerde renk oluşumu ve stabilitesi, ürünün kabul edilebilirliği açısından oldukça önemlidir. Isıl işlem görmüş sucukta uygulanan ısıtılardan dolayı oluşan renk, nitrosohemokromdur. Nitrosomyoglobinin denatürasyonu ile oluşan bu bileşik, nitrosomyoglobine göre daha stabil bir özellik göstermektedir (Gökalp vd 2004). Çizelge 4.25'den de görüldüğü üzere fermantasyon aşamasında düşen L* değeri, ısıtıl işlem uygulaması ile artış göstermiştir. Kurutma aşamasında ise ısıtıl işlem aşamasına göre bu değerde önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Isıl işlem görmüş ürünün daha parlak olması nitrosohemokromdan ileri gelmektedir. Yürür (2007) farklı nitrit dozları kullanılarak üretilen ısıtıl işlem görmüş sucuklarda ısıtıl işlem uygulamasının (60°C'de 15 dak.) L* değerini artırdığını, uygulamadan önce 42,46-42,86 arasında değişen değerler, ısıtıl işlem sonrası 46,11 ile 47,01 aralığına kadar yükseldiğini rapor etmiştir.

Kırmızı renk yoğunluğunu ifade eden a* değerinde, fermantasyon aşamasında artış göstermiş ve en yüksek ortalama değer bu aşamada saptanmıştır. Fermantasyon aşamasında nitritin redüksiyonu sonucu oluşan nitrik oksit, myoglobin ile reaksiyona girerek nitrosomyoglobini oluşturmaktadır. Fermantasyon aşamasında oluşan nitrosomyoglobinin, kırmızı renk yoğunluğunu dolayısıyla da a* değerini artırdığı düşünülmektedir. Isıl işlem aşamasında ise parlaklığın göstergesi olan L* değeri

artmasına rağmen a* değeri düşüş göstermiştir. Bu sonucun ise yukarıda da belirtildiği gibi nitrosomyoglobinin denatürasyonundan ileri geldiği tahmin edilmektedir. Kurutma aşamasında ise önemli bir farklılık gözlenmemiştir ($P>0,05$). Örneklerin ortalama b* değeri, fermantasyon aşamasında düşmüş ve bu düşüş ısı işlem aşamasında da devam etmiştir. Kurutma işleminde ise b* değerinde bir artış olmuş ancak bu artış istatistiki açıdan ısı işlem uygulamasına ait ortalama değerden farklılık göstermemiştir. Ercoskun *et al.* (2010) tarafından yapılan araştırmada ise sucukta ısı işlem uygulamasının L* ve b* değerini artırdığı, a* değerini ise düşürdüğü tespit edilmiştir. Isıl işlem görmüş sucuk üzerinde yapılan diğer bir çalışmada da üretiminde 100 ppm nitrit kullanılan grupta, ısı işlem öncesi ve sonrasında a* değeri açısından bir farklılık belirlenmemiş, buna karşın ısı işlem sonrasında b* değerinde az da olsa artışlar olduğu ifade edilmiştir (Yürür 2007).

Çizelge 4.25. Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen L* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)

Üretim Aşaması	L*	a*	b*
Sucuk hamur	45,51±1,37b	9,37±0,79c	20,94±1,35a
Fermantasyon sonrası	44,80±2,30b	18,36±2,71a	15,48±2,14b
Isıl işlem sonrası	49,72±1,03a	15,63±1,02b	13,75±0,85c
Kurutma sonrası	49,97±2,54a	15,67±0,89b	14,13±1,44c

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

4.2.5. Duyusal analiz sonuçları

Bir gıdanın kabul edilebilirliği, beş duyu organı ile değerlendirilmektedir. Tüketici başlangıçta ürünün renk ve kokusundan etkilenirken, tat ve aroma özellikle tüketim sırasında ön plana çıkmakta ve bu özellikleri tekstür takip etmektedir. Tüketici tercihlerini etkileyen duyusal özellikler, çiğ materyal, gıda üretim teknolojisi ve depolama gibi pek çok faktör tarafından olumlu veya olumsuz yönde etkilenebilmektedir.

Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların duyu özelliklerine ait değerler Çizelge 4.26'da verilmiştir. En yüksek değerler, renk ve koku parametreleri için sırasıyla 7,88 ve 7,63 olarak *L. sakei* S15+S.*xylosus* GM92 içeren grupta, tekstür parametresi için 8,00 ile kontrol grubunda, tat ve genel kabul edilebilirlik parametreleri için ise 7,63 ve 7,63 olarak *L. sakei* S15 içeren grupta tespit edilmiştir. Genel kabul edilebilirlik açısından hiç bir grup 6,50'in altında bir değer vermemiştir.

Çizelge 4.26. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların duyu özelliklerine ait değerler

Starter Kültür	Blok	Duyusal özellik				
		Renk	Tekstür	Koku	Tat	Genel Kabul Edilebilirlik
Kontrol	1	7,25	7,00	7,38	6,63	6,63
		6,75	8,00	7,25	6,63	6,78
	2	7,00	7,25	7,00	6,63	7,13
		6,75	7,38	6,75	5,88	6,75
<i>L. sakei</i> S15	1	7,25	7,63	7,25	7,50	7,50
		7,38	7,38	7,25	7,63	7,63
	2	7,12	7,13	7,25	6,88	7,25
		7,25	7,38	7,50	7,63	7,38
<i>L. sakei</i> S15+S. <i>xylosus</i> GM92	1	7,50	7,50	7,38	7,00	6,88
		7,38	7,75	7,50	7,13	7,25
	2	7,88	7,38	7,63	7,38	7,38
		7,63	7,38	6,88	7,25	7,25

Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucuklarda üretim süresince belirlenen duyu analiz puanlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27'de gösterilmiştir. Starter kültür kullanımı renk ve tat üzerinde çok önemli ($P<0,01$), genel kabul edilebilirlik üzerinde ise önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Buna karşın bu faktör, tekstür ve koku üzerinde önemli bir etkiye sahip olmamıştır ($P>0,05$).

Çizelge 4.27. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş sucuklarda üretim süresince belirlenen duyu analiz puanlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Renk			
Starter Kültür (SK)	2	0,436	12,381**
Blok	1	0,062	1,750*
Hata	8	0,035	-
Genel	12	-	-
Tekstür			
Starter Kültür (SK)	2	0,017	0,220
Blok	1	0,159	2,115
Hata	8	0,075	-
Genel	12	-	-
Koku			
Starter Kültür (SK)	2	0,075	1,080
Blok	1	0,048	0,694
Hata	8	0,069	-
Genel	12	-	-
Tat			
Starter Kültür (SK)	2	1,029	9,293**
Blok	1	0,001	0,013
Hata	8	0,111	-
Genel	12	-	-
Genel Kabul Edilebilirlik			
Starter Kültür (SK)	2	0,386	8,786*
Blok	1	0,006	0,138
Hata	8	0,044	-
Genel	12	-	-

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

Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış işlem görmüş sucuklarda belirlenen duyu analiz değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.28'de verilmiştir. Renk, tekstür ve koku açısından en yüksek ortalama değerler *L*.

sakei S15+S.*xylosus* GM92 içeren grupta belirlenmiştir. Ancak tekstür ve koku parametrelerine ait değerler diğer gruplardan istatistiki açıdan farklılık göstermemiştir. Tat ve genel kabul edilebilirlik değerleri açısından ise en yüksek ortalama değerler *L. sakei* S15 içeren grupta tespit edilmiştir. Ancak bu parametrelere ait ortalamalar *L. sakei* S15+S.*xylosus* GM92 içeren gruba ait ortalama değerlerden istatistiki açıdan önemli bir farklılık göstermemiştir ($P>0,05$). Bu sonuçlara göre *L. sakei* S15 suşu tekli veya *S. xylosus* GM92 suşu ile birlikte ısıtma işlemi görmüş sucuğun renk, tat ve genel kabul edilebilirlik parametreleri üzerinde olumlu bir etki göstermektedir. *S. xylosus* GM92 suşu, renk üzerinde daha fazla etkili olmaktadır. Diğer önemli bir sonuç ise kontrol grubunda pH değerinde düşüş olmamasına rağmen tekstür puanının diğer gruplardan farklılık göstermemesidir. Bu sonucun uygulanan ısıtma işleminin protein denatürasyonunun neden olarak üründe kararlı bir yapı kazandırmasından ileri geldiği düşünülmektedir.

Çizelge 4.28. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtma işlemi görmüş sucuklarda belirlenen duyu analizi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ($P<0,05$)

Parametre	Kontrol	<i>L. sakei</i> S15	<i>L. sakei</i> S15+S. <i>xylosus</i> GM92
Renk	6,93±0,24c	7,25±0,11b	7,60±0,21a
Tekstür	7,41±0,43a	7,38±0,20a	7,50±0,17a
Koku	7,10±0,28a	7,31±0,13a	7,35±0,33a
Tat	6,44±0,38b	7,41±0,36a	7,19±0,16a
Genel kabul edilebilirlik	6,82±0,22b	7,44±0,16a	7,19±0,22a

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

4.2.6. Uçucu bileşik analiz sonuçları

Araştırmada 9 sülfürlü bileşik, 3 alkol, 4 keton, 7 alifatik hidrokarbon, 6 ester, 8 aldehit, 6 aromatik hidrokarbon, 1 furan ve 22 terpen bileşiği olmak üzere toplam 66 bileşik tanımlanmış ve bu bileşikler Çizelge 4.29'da verilmiştir. Çiğ materyal (yağsız etin türü ve yağın çeşidi), tuz konsantrasyonu, nitrat/nitrit ve baharat gibi katkı maddeleri, ürünü

apı ve ağırlığı, kullanılan kılıfın tipi, olgunlaştırma şartlarına bağlı olarak dünyada çok sayıda fermente sosis üretilmektedir (Kaya ve Kaban 2010). Bu rnlerin genel kalitesinde aroma önemli bir karakteristiktir. Tipik fermente sosis aromasında sadece bir bileşik değil, çok sayıda uçucu bileşik etkili olmaktadır (Olivares *et al.* 2009; Kaya ve Kaban 2010).



Çizelge 4.29. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların üretim aşamalarında belirlenen uçucu bileşiklerine ait değerler (AUx10⁻⁶)

Bileşik adı	Blok	Kontrol				<i>L. sakei</i> S15				<i>L. sakei</i> S15+S.xylosus GM92			
		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Sülfürlü bileşikler													
Methanethiol	1	0,00	0,00	5,16	20,37	0,00	0,00	2,31	28,14	0,00	0,00	10,42	21,01
		0,00	0,00	6,72	32,02	0,00	0,00	4,00	25,35	0,00	0,00	8,88	31,13
	2	0,00	0,00	4,93	34,46	0,00	0,00	23,78	22,03	0,00	0,00	8,27	9,02
		0,00	0,00	6,63	37,21	0,00	0,00	12,27	21,61	0,00	0,00	15,32	16,80
2-Propanethiol	1	0,00	0,00	3,54	17,08	0,00	0,00	3,62	33,51	0,00	0,00	5,34	19,76
		0,00	0,00	2,46	26,52	0,00	0,00	5,72	32,56	0,00	0,00	7,34	10,17
	2	0,00	0,00	5,48	22,63	0,00	0,00	12,75	26,50	0,00	0,00	12,09	15,21
		0,00	0,00	5,37	11,38	0,00	0,00	13,62	29,26	0,00	0,00	14,26	12,35
2-Propene-1-thiol	1	151,45	75,75	236,12	686,84	206,89	100,94	149,55	1389,71	225,01	102,57	320,41	939,67
		184,69	85,78	224,66	714,75	232,79	93,61	192,27	1189,09	206,28	130,06	478,62	823,81
	2	209,81	82,78	203,66	954,43	178,64	134,36	617,69	909,25	155,65	163,46	342,15	835,06
		259,33	88,88	240,65	853,17	268,62	86,58	442,32	819,12	185,55	131,17	471,69	786,86
Allil metil sülfür	1	30,19	15,00	11,92	40,47	29,28	14,81	9,02	235,74	28,50	12,78	17,92	111,97
		35,91	11,26	11,03	39,88	38,06	11,78	8,61	240,44	23,84	11,12	17,94	87,03
	2	32,71	15,97	12,44	22,33	35,81	23,69	16,74	133,78	38,49	22,65	24,28	129,96
		35,73	16,37	11,63	55,87	33,96	16,28	14,86	149,32	28,48	24,66	27,44	92,41

Çizelge 4.29. (devam)

1-Propene, 1-(metilthio)-(Z)	1	0,69	2,72	1,87	12,89	4,60	2,76	1,77	34,33	3,76	2,20	6,49	24,54
		3,92	2,00	1,84	10,93	4,55	2,48	1,91	37,36	4,46	2,20	10,12	9,87
	2	4,96	2,62	1,88	30,96	4,41	3,96	2,04	34,08	4,23	3,85	5,99	26,88
		5,00	3,07	2,01	16,71	5,10	2,63	4,33	16,40	3,92	15,61	9,02	12,65
3,3' -thiobis-1-propene	1	6,43	32,16	16,89	53,17	47,52	20,82	14,11	199,69	39,66	20,9	27,57	128,91
		41,47	22,78	16,89	55,86	41,2	14,87	11,44	217,03	47,32	14,16	68,12	49
	2	41,71	30,41	18,13	222,44	47,52	26,04	100,11	151,07	39,08	26,02	29,96	168,44
		46,98	33,47	15,08	65,84	45,25	18,97	17,76	49,59	54,66	62,64	35,52	46,65
2,4-dimetil- thiophene	1	3,57	0,31	0,00	1,56	2,90	0,29	0,00	8,42	3,02	0,00	0,00	5,29
		0,00	0,00	0,48	1,07	0,48	0,00	0,00	16,95	3,01	0,00	0,00	2,42
	2	3,5	0,41	0,00	8,19	2,38	0,93	12,12	5,64	0,90	0,50	1,12	9,04
		1,15	0,51	0,00	1,38	1,64	0,35	0,84	1,62	2,31	2,42	1,01	1,04
Metil 2-propenil disulfür	1	3,69	17,11	7,93	35,37	10,44	8,93	3,56	95,20	6,70	8,24	14,63	43,75
		11,59	17,07	6,91	41,72	8,09	7,11	3,62	99,46	12,16	10,34	25,64	25,87
	2	12,43	17,74	5,61	86,88	14,43	9,38	51,98	59,01	8,09	11,53	11,54	62,45
		9,86	28,96	7,07	68,18	10,68	6,00	7,08	26,28	11,39	38,43	17,17	22,51
Diallil disulfür	1	14,84	55,34	15,36	90,81	25,00	24,15	10,87	214,09	43,65	22,85	57,80	111,78
		92,00	51,63	11,99	116,18	20,94	17,54	11,89	205,17	77,40	22,79	68,74	122,48
	2	88,22	55,26	12,19	211,51	57,97	21,36	18,92	138,48	32,79	18,41	44,71	177,96
		68,06	83,39	13,49	133,28	75,10	15,07	30,25	124,76	60,21	10,00	78,62	113,35

Çizelge 4.29. (devam)

Alkoller													
Etanol	1	26,72	24,96	27,80	101,02	23,85	23,33	22,75	170,59	23,55	27,31	71,37	139,72
		49,94	39,63	37,78	197,75	24,06	32,86	33,09	171,52	15,30	34,54	49,61	158,11
	2	34,82	28,78	27,85	115,70	28,82	30,21	25,03	148,29	12,14	31,55	59,33	104,94
		27,29	35,83	34,44	155,57	23,61	23,25	40,96	114,43	16,30	40,00	60,11	144,77
1-Hekzanol	1	1,11	0,00	0,00	2,83	1,85	0,00	0,00	6,35	2,08	0,00	3,46	6,93
		1,26	0,00	0,00	2,92	1,16	0,00	0,00	10,51	2,93	0,00	1,64	3,23
	2	2,39	0,00	0,00	0,00	2,29	1,57	0,00	9,50	1,53	1,02	2,12	2,69
		1,61	0,00	0,00	4,22	1,69	0,97	1,54	4,41	2,62	3,58	2,56	4,15
4-(1-metiletil)- benzenemethanol	1	0,00	0,00	0,00	16,36	0,00	0,00	0,00	13,73	0,00	0,00	21,9	14,85
		0,00	0,00	0,00	30,11	0,00	3,81	0,00	24,35	0,00	0,00	4,06	49,59
	2	0,00	0,00	0,00	21,79	0,00	0,00	97,62	15,98	0,00	0,00	0,00	44,13
		0,00	0,00	0,00	21,85	0,00	0,00	11,46	46,13	0,00	58,63	22,28	46,17
Ketonlar													
Aseton	1	0,00	4,20	42,15	15,54	6,82	3,33	3,51	29,88	6,13	3,37	8,24	16,38
		7,19	5,55	11,02	20,21	8,02	4,54	4,35	30,54	4,83	3,36	6,46	19,32
	2	0,97	1,53	2,38	15,3	0,98	0,00	19,71	11,24	2,49	1,18	4,86	10,63
		1,66	1,54	2,76	11,9	1,76	1,04	13,62	13,64	1,22	16,87	6,84	14,75
2,3-Butanedion	1	0,00	4,05	1,71	6,46	9,65	2,05	0,00	121,10	6,20	4,07	4,94	97,15
		13,80	0,00	1,45	6,12	13,82	0,00	0,00	125,33	6,42	0,00	6,59	53,39
	2	0,00	2,68	2,31	10,50	0,00	5,61	12,78	111,49	11,02	6,90	0,00	60,55
		9,48	2,47	2,25	13,13	7,46	2,76	3,85	130,76	7,11	17,95	10,61	61,97

Çizelge 4.29. (devam)

2-Butanon	1	0,00	4,79	5,53	20,18	14,66	7,12	6,44	46,44	16,18	6,12	3,39	44,52
		17,56	8,17	0,00	21,32	14,01	8,82	6,46	43,10	13,87	0,00	16,83	24,04
	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,27	0,00	8,77	4,98	17,64
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3-hidroksi -2-butanon	1	0,52	4,73	2,35	14,46	6,53	3,22	1,91	120,81	6,09	5,5	9,65	140,57
		11,15	2,72	2,16	15,81	10,15	2,64	1,81	110,82	7,40	5,35	8,46	26,52
	2	9,94	5,60	2,08	117,16	5,93	4,79	21,88	130,77	9,08	8,90	11,72	138,01
		7,18	4,20	2,39	23,95	5,12	2,94	5,55	22,14	5,01	29,15	17,65	30,72
Alifatik hidrokarbon													
Hekzan	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,93	0,00	0,00	1,08	0,00
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,91	0,00	0,00	1,36	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	5,07	0,00	0,00	31,30	1,16	0,00	0,00	2,43	7,31
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,83	2,29	0,00	0,00	1,72	0,00
Heptan	1	3,02	1,89	0,00	1,71	1,70	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	1,66
		0,99	0,00	0,00	1,93	1,53	0,00	0,00	11,91	0,00	0,00	2,58	2,95
	2	1,59	0,00	0,00	8,96	2,15	0,00	14,04	5,93	1,14	0,00	0,00	7,41
		1,37	0,00	0,00	2,07	0,00	0,00	5,86	3,35	0,00	5,45	1,65	2,25
Nonan	1	0,00	0,00	0,00	1,31	3,75	0,00	0,00	6,72	0,88	0,00	1,84	2,19
		1,68	0,00	0,00	0,94	1,44	0,00	0,00	10,65	2,73	0,00	2,10	1,20
	2	0,99	0,00	0,00	10,66	0,00	0,00	9,10	2,31	0,00	0,00	0,70	9,42
		0,00	0,00	0,00	1,58	0,00	0,00	0,73	1,90	0,00	1,29	1,04	1,09

Çizelge 4.29. (devam)

Undekan	1	0,00	0,77	0,00	3,26	9,30	0,50	0,00	51,37	9,60	0,60	1,96	28,2
		3,47	0,82	0,00	3,51	3,57	0,00	0,59	49,77	15,41	0,00	8,35	0,00
	2	9,89	0,75	0,00	9,42	8,22	0,91	14,53	32,22	0,00	0,73	2,87	52,25
		3,9	0,60	0,00	3,99	4,95	0,92	2,77	5,87	5,37	0,00	2,78	5,71
Dodekan	1	2,53	1,53	1,10	10,79	7,25	0,88	0,72	49,24	7,58	1,04	5,98	27,79
		2,63	1,08	1,17	12,37	2,38	0,63	0,58	50,71	12,32	0,71	9,93	15,52
	2	7,66	1,82	1,20	58,25	6,76	1,92	0,00	31,03	2,69	1,59	7,54	39,43
		4,28	1,87	0,68	16,68	4,50	1,30	7,19	14,23	5,51	19,62	4,81	23,21
Tridekan	1	2,22	1,02	0,35	8,51	12,43	0,73	0,46	30,66	4,69	0,55	61,16	18,51
		1,39	0,60	13,39	9,52	1,30	4,07	0,23	153,64	7,95	0,00	7,13	9,37
	2	10,34	1,06	0,62	31,54	4,39	6,49	28,77	20,24	1,39	1,08	7,28	128,76
		2,67	15,52	0,00	7,92	2,81	0,78	4,51	9,18	11,17	10,99	7,33	10,02
Tetradekan	1	0,44	0,95	0,42	5,78	1,48	0,47	0,31	15,42	2,32	0,39	3,08	9,09
		0,43	0,30	0,96	5,87	0,46	0,27	0,00	17,78	3,57	0,00	3,58	4,68
	2	2,42	0,62	0,51	13,00	2,03	0,72	26,62	11,66	0,63	0,69	4,49	19,23
		1,19	0,56	0,00	5,93	1,25	0,47	3,49	6,54	1,81	0,00	5,17	6,76
Esterler													
Etil asetat	1	3,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		0,00	0,00	5,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,45	0,00
	2	4,11	0,00	1,75	6,17	4,12	2,50	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		3,79	1,88	0,00	5,13	4,65	0,00	9,88	11,48	2,86	6,86	4,41	6,49

Çizelge 4.29. (devam)

Etil bütirat	1	1,26	0,00	0,00	9,21	0,83	0,00	0,00	22,64	0,66	0,53	6,03	18,37
		0,82	0,00	0,00	13,88	0,56	0,00	0,00	26,57	0,71	0,00	8,31	10,27
	2	1,18	0,00	0,00	20,84	2,04	0,98	24,35	19,59	0,00	0,76	6,14	18,24
		0,00	0,00	0,00	18,35	0,00	0,51	7,04	16,37	0,00	10,00	7,85	9,53
Bütıl propanoat	1	6,84	0,79	0,00	0,00	5,02	0,00	0,33	13,93	2,94	1,04	4,75	4,51
		9,96	0,00	0,95	1,74	6,62	0,89	0,00	28,55	7,57	0,00	7,19	2,09
	2	3,35	0,00	0,82	3,24	1,52	1,59	10,01	5,29	1,02	0,50	2,88	12,23
		2,17	1,02	0,00	1,84	1,16	0,54	14,58	8,32	2,56	0,00	1,77	3,19
Etil hekzanoat	1	1,32	0,50	0,00	1,82	12,38	0,47	0,00	0,00	5,2	0,42	1,75	0,00
		2,42	0,32	0,00	2,27	6,52	0,52	0,00	0,00	15,65	0,00	0,00	0,00
	2	4,87	0,41	0,00	0,00	2,05	0,78	0,00	0,00	0,65	0,00	1,25	0,00
		0,00	0,58	0,00	2,36	0,00	0,39	1,60	3,18	0,00	0,00	1,80	2,86
Propil hekzanoat	1	34,21	1,35	0,63	7,47	33,96	0,97	11,44	221,01	36,6	1,55	9,17	71,24
		11,18	0,46	1,22	8,33	42,15	1,09	0,54	193,51	60,00	0,49	32,31	9,89
	2	38,77	1,08	1,07	205,38	27,67	2,4	65,37	92,47	6,63	1,27	6,74	87,93
		11,74	1,30	0,46	8,22	10,8	1,2	19,33	20,06	9,88	11,23	6,50	15,21
Hekzil bütirat	1	37,45	1,55	0,74	4,24	18,25	0,96	0,92	119,22	20,36	1,06	4,40	60,41
		6,90	0,53	1,22	6,57	6,32	0,89	0,50	114,23	32,06	0,33	21,98	14,85
	2	19,63	1,88	0,87	120,72	16,82	3,49	46,76	66,09	5,37	2,47	3,98	89,78
		8,13	1,52	0,31	6,22	9,45	1,57	17,03	20,76	11,14	13,4	3,46	13,34

Çizelge 4.29. (devam)

Aldehit													
Pentanal	1	0,78	0,80	0,58	3,33	2,11	0,87	0,54	15,57	1,72	0,00	2,16	11,92
		1,44	0,00	0,55	3,04	2,05	0,72	0,00	19,82	1,56	0,00	4,25	2,79
	2	1,76	0,83	0,00	14,16	1,78	1,58	5,22	15,98	1,93	1,31	2,11	13,85
		1,98	0,85	0,00	5,45	1,91	0,92	1,18	4,66	1,61	4,74	2,02	4,06
Hekzenal	1	1,48	1,01	0,5	3,27	1,66	0,56	0,53	23,00	1,19	0,73	1,95	16,1
		0,96	0,71	0,42	5,89	0,98	0,47	0,35	27,29	1,84	0,62	3,92	4,26
	2	1,46	0,72	0,00	14,88	2,00	1,14	6,09	19,74	1,53	0,92	1,96	13,96
		12,27	0,80	0,00	8,18	1,00	0,50	2,90	8,77	1,09	4,10	2,96	4,80
Heptanal	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,06	0,00	0,00	0,00	0,00
		0,00	0,00	0,00	7,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,85
	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,4	0,00	0,00	0,00	0,00
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,93	0,00	0,00	0,00	0,00
Oktanal	1	0,00	0,53	0,00	3,64	0,00	0,37	0,00	11,54	0,00	0,42	3,11	5,80
		0,00	0,00	0,00	3,76	0,00	1,18	0,00	16,55	0,00	0,28	3,54	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	20,78	6,66	0,00	0,4	2,28	16,77
		0,51	0,70	0,00	4,10	0,00	0,45	1,63	7,10	1,04	0,00	3,29	5,80
Nonanal	1	8,33	6,78	0,00	26,98	12,39	3,83	0,00	0,00	0,00	4,42	21,6	18,49
		11,27	3,46	0,00	35,54	10,93	2,84	0,00	0,00	35,01	4,09	13,36	0,00
	2	15,92	3,51	0,00	0,00	14,17	3,33	0,00	20,40	8,88	0,00	18,17	31,68
		11,16	4,47	2,58	40,28	10,7	3,23	0,00	48,98	7,68	0,00	30,98	41,49

Çizelge 4.29. (devam)

Trans-2-Heptenal	1	0,00	0,00	0,00	0,00	2,70	0,00	0,00	20,85	3,02	0,00	0,00	19,83
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,72	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,99	0,00	0,00	0,00	15,85
		1,59	0,00	0,00	0,00	1,28	0,00	0,00	0,00	1,58	0,00	0,00	11,90
Dekanal	1	2,82	0,96	0,37	7,55	1,09	0,42	0,77	11,99	1,15	0,76	6,81	8,18
		0,5	0,32	0,00	7,89	0,00	0,39	0,00	15,38	2,07	0,32	6,82	7,86
	2	1,54	0,00	0,00	11,67	1,22	1,85	0,00	11,36	0,00	0,00	4,76	33,82
		0,81	0,53	0,00	8,64	0,75	0,00	4,48	9,98	0,98	8,26	9,24	10,14
2-metil, 3-fenil- propanal	1	40,79	72,75	42,15	443,35	27,05	50,69	36,45	135,12	39,24	45,93	223,92	108,16
		12,97	41,93	57,35	578,41	5,78	33,90	35,38	247,62	45,09	34,21	24,09	423,22
	2	41,63	53,49	45,54	115,02	40,51	46,50	714,60	108,64	20,97	46,86	214,41	321,37
		34,65	81,71	51,10	559,15	41,77	34,54	110,74	409,43	54,15	533,64	312,46	406,09
Aromatik hidrokarbon													
1-metil-1H-pirrol	1	0,00	0,00	0,00	6,21	0,00	0,00	0,46	27,25	0,00	0,00	3,19	16,83
		0,00	0,00	0,00	7,39	0,00	0,00	0,54	24,22	0,00	0,00	9,50	5,62
	2	0,00	0,00	0,00	16,46	0,00	0,00	9,99	19,07	0,00	0,00	3,99	13,30
		0,00	0,00	0,00	7,38	0,00	0,00	3,79	7,86	0,00	0,00	6,13	6,08
Toluen	1	5,95	0,00	0,00	5,41	2,63	0,00	0,00	23,84	1,15	0,00	4,33	15,14
		1,78	0,00	0,51	4,99	1,33	0,00	0,00	14,84	1,8	0,00	7,65	5,63
	2	1,43	0,00	0,00	21,9	0,89	0,72	20,41	16,41	0,67	0,00	2,11	16,47
		0,86	0,00	0,00	6,06	0,62	0,00	11,02	11,79	0,86	0,00	6,7	5,01

Çizelge 4.29. (devam)

p-Ksilen	1	0,85	0,00	0,00	1,80	2,21	0,00	0,00	11,37	1,51	0,00	0,00	5,15
		0,74	0,00	0,00	1,70	0,00	0,00	0,00	17,28	2,60	0,00	2,52	1,76
	2	1,97	0,00	0,00	11,28	1,21	0,00	0,00	6,28	0,00	0,00	1,00	10,47
		0,00	0,00	0,00	3,01	0,00	0,00	1,27	2,74	0,00	2,07	1,48	3,05
Stiren	1	2,01	0,00	0,00	0,89	2,82	0,00	0,00	10,07	0,00	0,00	1,55	5,58
		0,00	0,00	0,00	1,05	0,00	0,00	0,00	9,71	1,62	0,00	1,82	1,55
	2	0,9	0,00	0,00	12,89	0,00	0,00	17,23	4,01	0,00	0,00	0,80	9,02
		0,00	0,00	0,00	2,01	0,00	0,00	1,13	2,55	1,66	1,96	1,14	6,64
1-metil-2-(1-metiletil)-benzen	1	21,55	56,92	44,68	226,44	162,24	43,83	42,55	1556,08	222,34	42,54	131,24	179,56
		65,02	21,10	24,83	257,54	151,10	19,24	24,45	1648,96	286,27	19,48	236,75	368,30
	2	127,98	29,29	43,04	441,31	210,13	72,89	36,53	1232,35	105,85	56,24	146,45	437,89
		104,62	29,45	17,88	316,90	119,31	52,91	67,47	1285,26	151,74	31,76	189,08	319,78
1,2-dimetoksi-4-(2-propenil)-benzen	1	2,83	2,15	1,01	16,91	0,00	1,32	1,00	9,23	0,59	1,47	11,99	7,50
		0,36	1,09	1,26	20,94	0,00	1,38	1,14	15,44	1,00	1,22	4,74	25,12
	2	1,35	1,04	1,26	8,89	0,67	0,80	49,68	8,35	0,00	1,08	11,38	15,78
		0,85	1,69	1,36	24,44	0,86	0,00	8,16	25,46	1,62	28,8	15,85	29,72
Furan Bileşigi													
2-pentil-furan	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,87	0,00	0,00	0,97	1,00
		0,00	0,00	0,00	1,62	0,00	0,00	0,00	5,75	0,00	0,00	1,28	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,52	0,00	0,00	0,90	3,50
		0,00	0,00	0,00	1,44	0,00	0,00	0,90	1,60	0,00	0,00	0,90	1,16

Çizelge 4.29. (devam)

Terpenler													
α-Thujen	1	3,01	1,20	0,95	6,44	6,70	1,04	1,04	39,06	4,35	1,18	5,66	22,42
		5,36	0,65	0,95	7,19	4,90	0,74	0,85	46,11	8,47	0,75	13,76	8,85
	2	5,37	0,80	0,94	35,14	4,00	1,62	12,52	26,40	2,87	1,31	4,31	35,21
		2,77	0,92	0,76	7,88	2,56	1,08	3,36	8,93	3,42	7,48	5,57	8,47
1R- α-pinen	1	1,16	1,28	1,24	7,24	5,56	1,30	1,18	34,78	3,08	1,44	7,32	26,04
		4,77	0,95	11,61	10,88	4,50	0,98	0,95	42,81	3,54	0,91	15,31	11,98
	2	3,16	0,88	1,41	32,61	2,88	1,93	53,32	0,00	2,72	1,52	5,37	28,06
		2,43	0,95	0,98	12,08	2,18	1,06	3,62	11,75	2,73	12,52	7,82	14,58
Kamfen	1	0,00	0,00	0,00	5,37	2,55	0,00	0,24	11,44	1,33	0,29	4,20	7,56
		1,02	0,00	0,00	3,13	0,97	0,00	0,00	18,35	1,79	0,00	4,60	7,65
	2	1,45	0,00	0,00	7,00	0,75	0,52	19,28	8,46	0,55	0,00	1,99	11,27
		0,55	0,00	0,00	5,56	0,53	0,00	1,97	5,68	1,23	9,82	4,21	6,58
Thujen	1	3,83	0,52	0,32	4,58	4,46	0,33	0,00	35,23	1,97	0,34	2,17	15,83
		4,12	0,0	0,38	5,37	2,47	0,00	0,19	33,15	3,97	0,00	14,86	4,45
	2	4,03	0,00	0,00	44,81	2,01	0,58	0,00	19,55	1,32	0,34	3,16	20,51
		1,21	0,57	0,00	6,17	0,6	0,00	2,29	5,07	2,42	3,56	3,94	4,03
β-pinen	1	3,94	0,00	0,00	0,00	33,94	0,00	0,00	241,48	22,77	0,00	0,00	128,98
		32,02	9,77	9,32	0,00	25,18	9,02	8,91	0,00	41,38	10,04	0,00	0,00
	2	30,41	0,00	0,00	0,00	22,45	14,6	46,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		17,27	11,62	9,38	0,00	15,44	0,00	28,74	0,00	18,2	0,00	0,00	0,00

Çizelge 4.29. (devam)

β-myrcen	1	4,41	15,30	12,40	78,23	1,73	12,41	10,11	50,86	0,36	12,91	45,9	0,00
		0,67	0,00	0,00	93,20	0,68	0,00	0,00	204,79	1,22	0,00	86,21	95,69
	2	1,02	9,31	11,37	236,2	0,00	0,00	135,96	146,21	0,00	14,01	46,71	167,58
		0,00	0,00	0,00	113,53	0,00	11,06	0,00	96,07	0,00	8,15	66,17	96,29
α -fellandren	1	1,80	2,94	0,00	14,10	17,90	17,90	2,08	111,93	10,10	2,44	8,66	50,58
		9,89	1,37	1,96	16,95	8,66	8,66	0,00	99,24	24,45	1,43	25,56	20,83
	2	15,77	1,57	2,08	103,5	7,46	7,46	60,39	61,13	5,73	3,17	8,56	70,05
		5,50	2,37	1,28	20,27	4,75	4,75	4,94	19,27	6,91	16,76	12,39	19,93
3-karen	1	2,74	3,58	5,12	17,68	16,78	3,06	2,37	136,49	9,64	3,27	11,23	76,32
		15,67	1,80	2,39	20,48	13,96	2,12	3,12	125,52	13,21	1,76	53,21	21,81
	2	13,23	1,78	2,70	128,89	8,52	4,64	60,56	92,88	7,82	3,27	10,44	75,58
		6,56	2,57	1,72	25,99	5,09	3,21	5,91	21,99	7,37	17,9	14,57	21,75
α-terpinen	1	5,91	1,09	0,69	4,87	7,64	0,85	0,70	29,92	3,40	0,86	4,88	16,38
		3,85	0,46	0,96	5,82	2,63	1,36	0,39	36,21	7,13	0,42	7,10	6,80
	2	7,32	0,65	0,65	36,43	3,31	2,15	0,00	19,42	1,75	0,86	3,49	38,40
		1,86	1,71	0,43	7,24	1,67	0,81	1,82	6,97	4,33	5,71	4,87	8,58
Limonen	1	6,60	12,82	3,00	54,20	19,17	11,19	12,00	104,59	20,20	11,31	24,25	87,62
		12,64	5,36	4,17	61,52	8,95	5,93	10,00	102,49	39,70	5,34	27,66	40,00
	2	27,42	6,43	5,39	0,00	21,68	14,26	15,21	137,69	15,45	11,31	24,18	184,01
		13,70	7,57	4,78	76,58	14,20	11,61	17,37	71,29	20,47	7,42	25,48	75,03

Çizelge 4.29. (devam)

β-fellandren	1	0,00	0,00	0,00	10,21	5,39	1,68	0,00	47,51	5,05	1,75	7,50	0,00
		3,76	0,00	0,00	11,77	2,07	1,60	0,00	0,00	6,36	0,83	10,71	0,00
	2	0,00	1,31	0,00	0,00	0,00	0,00	3,63	0,00	0,00	1,69	6,21	41,30
		0,00	0,00	0,71	14,56	0,00	0,00	3,04	14,26	0,00	0,00	8,39	15,11
Eucalyptol	1	2,31	2,80	1,45	9,90	10,18	1,60	1,44	57,47	8,76	1,67	10,79	26,92
		8,48	1,13	3,17	13,53	6,44	2,86	1,03	68,47	7,91	1,12	18,43	15,03
	2	12,87	2,91	1,45	39,79	8,78	3,59	0,00	32,31	3,91	1,73	6,72	46,70
		4,67	2,94	1,06	15,18	3,92	1,55	4,06	15,23	6,82	13,83	10,25	16,72
γ-terpinen	1	15,97	26,29	17,82	118,78	32,48	19,04	16,44	357,62	34,6	20,26	65,99	231,03
		32,06	12,27	12,64	128,87	19,14	12,18	11,20	324,44	77,38	12,68	83,37	157,94
	2	55,01	17,41	16,00	290,21	41,70	19,41	51,06	272,41	31,67	19,83	64,17	296,36
		28,15	14,9	11,09	170,76	27,10	18,94	32,75	158,17	34,91	119,13	93,86	176,91
Terpinolen	1	0,00	0,52	0,66	5,59	2,85	0,56	0,74	10,85	2,90	1,03	5,73	10,65
		1,39	0,26	1,36	6,20	1,42	0,00	0,82	24,43	5,18	0,31	4,49	8,12
	2	3,62	0,69	1,46	18,18	2,95	0,48	0,00	12,56	0,90	0,50	4,55	16,97
		0,81	0,41	0,38	7,20	1,24	0,78	3,05	10,82	1,60	7,21	5,01	13,30
Linalool	1	7,78	11,7	11,78	49,85	11,64	0,00	0,78	107,73	24,76	8,80	27,37	51,31
		12,19	5,38	7,80	57,19	6,64	4,28	8,05	105,38	31,71	5,16	20,31	127,31
	2	21,21	6,63	11,17	140,53	18,00	8,42	81,8	61,6	12,93	12,71	26,44	78,36
		14,93	8,18	4,45	70,24	13,36	9,43	16,44	59,06	17,19	131,96	39,32	58,37

Çizelge 4.29. (devam)

Terpinen 4-ol	1	1,46	1,17	0,83	9,71	1,92	0,99	0,92	14,96	2,35	1,10	6,35	11,33
		1,01	0,59	0,68	13,54	0,63	0,67	0,61	17,81	3,84	0,61	4,51	14,70
	2	3,09	1,31	1,26	19,08	2,74	1,07	65,45	12,85	1,18	1,07	9,00	24,40
		1,76	1,01	0,63	15,01	1,72	0,96	6,82	17,97	2,34	22,39	10,32	23,92
α- terpineol	1	4,29	2,34	14,7	14,7	3,54	0,86	0,00	11,00	4,65	1,07	5,10	7,66
		2,29	1,19	0,00	0,00	1,64	0,56	0,72	15,26	7,86	0,45	2,73	24,51
	2	5,99	1,55	2,03	2,03	4,70	6,44	100,58	8,72	2,15	1,02	3,97	15,28
		3,78	1,93	0,97	0,97	3,15	1,24	2,92	10,97	3,83	11,03	5,19	8,38
Delta-Elemene	1	0,00	0,00	0,00	11,42	0,00	0,00	0,00	10,20	0,00	0,00	4,78	10,15
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,98	0,00	0,00	3,03	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,03	0,00	0,00	12,84	22,82
		0,00	0,00	0,00	10,36	0,00	0,00	4,63	46,95	0,00	0,00	6,40	19,02
Kopaen	1	0,00	0,79	0,36	13,76	0,00	0,45	0,44	14,82	0,00	0,50	4,13	4,89
		0,00	0,00	0,00	14,39	0,00	0,00	0,00	9,66	0,54	0,00	4,67	15,89
	2	0,00	0,00	0,00	16,76	0,00	0,00	24,58	5,87	0,00	0,44	7,04	8,62
		0,00	0,00	0,00	15,18	0,00	0,00	3,52	17,72	0,00	15,94	11,60	7,86
Eugenol	1	0,69	0,81	0,40	8,88	0,00	0,49	0,40	4,64	0,00	0,44	8,64	0,00
		0,00	0,00	1,96	10,51	0,00	2,00	0,32	30,68	0,00	0,46	0,00	13,42
	2	2,32	0,00	0,00	0,00	0,00	2,08	37,11	4,20	0,00	0,00	6,96	35,87
		0,00	1,29	0,00	12,62	0,00	0,00	4,20	14,49	2,01	13,95	8,34	13,78



Çizelge 4.29. (devam)

Trans-Karyofillen	1	0,93	1,15	0,59	9,11	0,85	0,69	0,56	0,00	0,82	0,83	4,41	8,63
		0,56	0,72	0,59	10,87	0,29	0,58	0,43	18,37	1,60	0,51	3,67	9,26
	2	1,85	0,56	0,77	11,79	0,97	0,79	34,31	10,35	0,59	0,68	5,88	14,81
		1,02	1,05	0,68	10,8	0,93	0,55	4,14	10,10	1,44	9,83	6,21	9,22
Karyofillen	1	2,02	3,12	0,00	27,12	2,26	2,30	2,45	35,26	2,00	2,33	17,35	25,27
		2,15	2,38	2,80	30,46	1,35	2,26	2,57	36,81	4,83	2,26	10,90	42,99
	2	3,47	1,65	2,41	27,8	2,61	2,69	4,76	29,59	1,77	2,42	15,82	38,25
		2,66	2,82	2,65	34,83	2,30	1,81	9,14	42,49	2,62	3,97	19,81	45,83

*A:Sucuk hamuru, B:Fermantasyon sonrası, C: Isıl işlem sonrası, D:Kurutma sonrası

Et ürünlerinde aroma algısı, uçucu bileşiklerin konsantrasyonu ve koku eşik değerleri ile uçucu bileşikler arasında ve diğer gıda bileşenleri ile bu bileşiklerin interaksiyonuna bağlıdır (Olivares *et al.* 2009).

Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların uçucu bileşik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.30'da gösterilmiştir. Starter kültür kullanımı tanımlanan 66 bileşiğin ondördü üzerinde istatistiki açıdan önemli veya çok önemli düzeylerde etkili olmuştur. Bu faktör, sülfürlü bileşiklerden 2-propanethiol üzerinde $P<0,01$, 2-propen-1-thiol üzerinde $P<0,05$ ve alil metil sülfür üzerinde ise $P<0,001$ düzeyinde etkili olmuştur

Araştırmada etanol, 1-hekzanol ve 4-(1-metiletil) benzenemethanol olmak üzere 3 alkol tanımlanmıştır. Belirlenen bu üç alkolden starter kültür sadece lipit oksidasyonu ürünü olan 1-hekzanol üzerinde etkili olmuştur. Ketonlardan ise 2,3-bütanedion, alifatik hidrokarbonlardan undekan, esterlerden ise bütül propanoat, starter kültür kullanımından farklı düzeylerde etkilenmiştir. Aldehitlerden ise sadece 2 bileşik (trans-2-heptanal ve dekanal) üzerinde söz konusu faktörün $P<0,05$ düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.30). *L. sakei*, fermente sosislerin doğal florasında yer alan ve starter kültür olarak kullanılan önemli bir laktik asit bakterisidir. Bakteriyel starter kültürler, aminotransferaz aktiviteleri ile amino asitleri alfa-keto asitlere dönüştürebilmekte ve bu alfa-keto asitler, aroma üzerinde etkili olan aldehitler, alkoller ve karboksilik asitlerin prekürsörleri olarak rol oynamaktadır (Gutsche *et al.* 2012). Fermente et ürünlerinin tadı, öncelikle laktik asite ve proteoliz sonucunda oluşan peptitler ve serbest amino asitler gibi düşük molekül ağırlıklı lezzet bileşiklerinin üretimine bağlıdır (Ojha *et al.* 2015). Laktobasiller, Avrupa'da, pediokoklar ise ABD'de yaygın olarak kullanılan starter kültürlerdir. Avrupa'da üretilen pek çok üründe laktik asit bakterileri, katalaz pozitif koklar (koagülaz negatif stafilokok ve *Kocuria*) ile birlikte kullanılmakta ve ürünün duyuşal karakteristiklerine önemli katkılar da bulunmaktadır (Geisen *et al.* 1992).

Sucuk örneklerinde aromatik hidrokarbonlardan 1-metil-1H-pirrol saptanmış ve bu bileşik üzerinde kullanılan suşların önemli ($P<0,05$) etkileri gözlemlenmiştir. Starter

kültür kullanımı, diğer bir aromatik hidrokarbon olan 1-metil-2-(1-metiletil)-benzen ($P<0,001$), terpenlerden ise limonen ($P<0,05$) ve karyofillen ($P<0,001$) seviyelerinde farklılıklara neden olmuştur (Çizelge 4.30.).

Ana varyasyon kaynaklarından üretim aşaması ise çok sayıda bileşik üzerinde farklı düzeylerde ($P<0,05$, $P<0,01$ ve $P<0,001$) etkili olmuştur. Çizelge 4.30.'dan da görüldüğü üzere 66 bileşikten sadece 4'ü üretim aşaması faktöründen etkilenmemiştir. Starter kültür x üretim aşaması interaksiyonu ise 2-propanethiol, alil metil sülfür, 1-(metilthio)-1-propene(Z), diallil disülfür, 1-hekzanol, 2,3 bütandion, hekzanal, heptanal, trans-2-heptanal, 1-metil-1H-pirrol, 2-pentil furan ve karyofillen üzerinde farklı önem düzeylerinde etkili olmuştur (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların uçucu bileşik değerlerine ait varyans analiz sonuçları (P değerleri)

Bileşik	Starter Kültür (SK)	Üretim Aşaması (ÜA)	Blok	SK x ÜA
Sülfürlü Bileşikler				
Methanethiol	-	<0,001	-	-
2-Propanethiol	0,001	<0,001	-	<0,001
2-Propene-1-thiol	0,031	<0,001	-	-
Allil metil sülfür	<0,001	<0,001	-	<0,001
1-Propene, 1-(metilthio)-(Z)	-	<0,001	-	0,027
3,3' -thiobis-1-propene	-	<0,001	-	-
2,4-dimetil- thiophene	-	0,003	-	-
Metil 2-propenil disülfür	-	<0,001	-	-
Diallil disülfür	-	<0,001	-	0,009
Alkoller				
Etanol	-	<0,001	-	-

Çizelge 4.30. (devam)

1-Hekzanol	0,002	<0,001	-	0,002
4-(1-metiletil)- benzenemethanol	-	0,001	-	-
Ketonlar				
Aseton	-	<0,001	-	-
2,3-Butanedion	<0,001	<0,001	-	<0,001
2-Butanon	-	<0,001	<0,001	-
3-hidroksi -2-butanon	-	<0,001	-	-
Alifatik hidrokarbonlar				
Hekzan	-	-	-	-
Heptan	-	0,004	-	-
Nonan	-	0,005	-	-
Undekan	0,043	<0,001	-	-
Dodekan	-	<0,001	-	-
Tridekan	-	0,024	-	-
Tetradekan	-	<0,001	-	-
Esterler				
Etil asetat	-	-	-	-
Etil bütirat	-	<0,001	-	-
Bütil propanoat	0,031	0,007	-	-
Etil hekzanoat	-	0,004	-	-
Propil hekzanoat	-	0,001	-	-
Hekzil bütirat	-	<0,001	-	-
Aldehitler				
Pentanal	-	<0,001	-	-
Hekzenal	-	<0,001	-	0,011
Heptanal	-	0,002	-	0,013
Oktanal	-	<0,001	-	-
Nonanal	-	0,001	-	-
Trans-2-Heptenal	0,025	<0,001	-	0,007
Dekanal	0,042	<0,001	-	-
2-metil, 3-fenil- propanal	-	<0,001	-	-

Çizelge 4.30. (devam)

Aromatik hidrokarbon				
1-metil-1H-pirrol	0,035	<0,001	-	0,024
Toluen	-	<0,001	-	-
p-Ksilen	-	<0,001	-	-
Stiren	-	0,002	-	-
1-metil-2-(1-metiletil)-benzen	<0,001	<0,001	<0,001	-
1,2-dimetoksi-4- (2-propenil)-benzen	-	<0,001	-	-
Furan				
2-pentil-furan	-	<0,001	-	0,018
Terpenler				
α -Thujen	-	<0,001	-	-
1R- α -pinen	-	0,001	-	-
Kamfen	-	<0,001	-	-
Thujen	-	<0,001	-	-
β -pinen	-	-	-	-
β -myrcen	-	<0,001	-	-
α -fellandren	-	<0,001	-	-
3-karen	-	<0,001	-	-
α -terpinen	-	<0,001	-	-
Limonen	0,034	<0,001	-	-
β -fellandren	-	0,009	-	-
Eucalyptol	-	<0,001	-	-
γ -terpinen	-	<0,001	-	-
Terpinolen	-	<0,001	-	-
Linalool	-	<0,001	-	-
Terpinen 4-ol	-	0,002	0,048	-
α - terpineol	-	-	-	-
Delta-Elemene	-	<0,001	-	-
Kopaen	-	<0,001	-	-
Eugenol	-	0,004	-	-

Çizelge 4.30. (devam)

Trans-Karyofillen	-	<0,001	-	-
Karyofillen	<0,001	<0,001	-	0,002

Starter kültür kullanılarak üretilen ısıtılmış sucukların uçucu bileşik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.31’de verilmiştir. 2-propanethiol, 2-propen-1-thiol, alil metil sülfür, 1-hekzanol, 2,3-bütandion, undekan, bütil propanoat, trans-2-heptanal, dekanal, 1-metil-1H-pirrol, 1-metil-2-(1-metiletil)-benzen, limonen ve karyofillen üzerinde starter kültür kullanımı etkili olmuştur. Çizelge 4.31’den de görüldüğü üzere *L. sakei* S15 mevcudiyetinde gerek 2-propanethiol gerekse alil metil sülfür daha yüksek ortalama değerler vermiştir. Sülfürlü bileşiklerden 2-propen-1-thiol’de *L. sakei* S15 varlığında daha yüksek değer vermiş ancak bu değer *L. sakei* S15+S.*xylosus* GM92 içeren gruba ait ortalama değerden farklılık göstermemiştir. Fermente sucuk üzerinde yapılan bir çalışmada starter kültür kullanımının alil metil sülfür, propen,1,3-epitiyo, metil-2-propenil disülfür ve di-2-propenil disülfür bileşikleri üzerinde önemli etkisinin olduğu rapor edilmiştir (Kaban and Kaya 2009a). Diğer taraftan İspanyol tipi geleneksel kuru fermente bir sosis üzerinde yapılan bir çalışmada, alil metil sülfür, dialil sülfür ve dialil disülfür bileşiklerinin sarımsaktan kaynaklanan bileşikler olduğu, bu bileşikler üzerinde starter kültür kullanımının önemli bir etkisinin olmadığı, ancak sosis hamurları ile son ürün arasında bu bileşikler açısından farklılıkların gözlemlendiği bildirilmiştir (Fonseca *et al.* 2013). Mevcut bu çalışmada da methanethiol, 1-metilthio-1-propene(Z), 3,3’-thiobis-1-propene, 2,4-dimetil-thiophene ve metil 2-propenil disulfür bileşikleri üzerinde starter kültür olarak kullanılan suşların önemli bir etkisi olmamıştır (Çizelge 4.31). Bununla birlikte dimetil disülfür gibi bileşiklerin amino asit katabolizması sonucunda da oluşabileceği belirtilmektedir (Marco *et al.* 2008). Nitekim geleneksel bir Iberian kuru fermente sosis çeşidi olan salchichon üzerine ticari ve yerel starter kültürlerin etkisinin incelendiği bir çalışmada, di-2-propenil disulfürün amino asit katabolizmasından kaynaklandığı ileri sürülmüştür (Casquete *et al.* 2012). Sucuk üzerinde yapılan diğer bir çalışmada siyahmazgi peynirinden tanımlanan farklı *Lactobacillus plantarum* suşları üretimde kullanılmış ve bu suşların ürün özelliklerine etkileri incelenmiştir.

Analizler neticesinde starter kültür kullanımı uçucu bileşiklerden allil merkaptan(2-propen-1-thiol) ve metil allil trisülfür üzerinde $P<0,05$ ve diallil disülfür üzerinde ise $P<0,01$ seviyesinde etki gösterdiği rapor edilmiştir (Kargozari *et al.* 2014).

Fermente et ürünlerinde metil keton redüksiyonu, amino asit metabolizması ve lipit oksidasyonu gibi farklı yollar ile alkoller oluşmaktadır. Etanol, karbonhidrat metabolizmasının bir ürünü olarak pek çok üründe bulunmaktadır (Sidira *et al.* 2015). Mevcut bu araştırmada da sucuk örneklerinde alkol olarak en fazla etanol tespit edilmiştir. Ancak etanol üzerinde starter kültür kullanımının önemli bir etkisi olmamıştır. Etanol, ısıtılmış sucuk üzerinde yapılan diğer araştırmalarda da belirlenmiştir (Çakır *et al.* 2013; Kaban and Bayrak 2015). İstatistiki açıdan önemli bulunan 1-hekzanol, lipit ootoksidasyonunun bir ürünüdür. En düşük ortalama değer kontrol grubunda belirlenmiştir. *L. sakei* S15 içeren grup ile *L. sakei* S15 +*S.xylosus* GM92 içeren grup arasında bir farklılık belirlenmemiştir (Çizelge 4.31). Konu ile ilgili diğer bir çalışmada 1-hekzanol oluşumu üzerinde kullanılan suşların $P<0,001$ düzeyinde etkili olduğu bulunmuştur (Casquete *et al.* 2012). Bu bileşik Çakır *et al.* (2013) ve Kaban and Bayrak (2015) tarafından da ısıtılmış sucukta tespit edilmiştir. Sucuk örneklerinde belirlenen 4-(1-metiletil)-benzenemetanol (kümüik alkol), sucuk formülasyonunda kullanılan kimyondan ileri gelmektedir (Beis *et al.* 2000; Li and Jiang 2004; Iacobellis *et al.* 2005). Bu bileşik üzerinde de starter kültür kullanımının önemli bir etkisi olmamıştır ($P<0,05$).

Sucuk örneklerinde belirlenen ketonlardan sadece 2,3-bütandion(diasetil), starter kültür kullanımından etkilenmiş ve en yüksek ortalama değeri *L. sakei* S15 kullanılarak üretilen grup vermiştir. En düşük ortalama değer ise kontrol grubunda belirlenmiştir. Asetoinin ileri oksidasyonu ile oluşan bu bileşik, düşük duyum eşik değeri nedeni ile fermente sosis aromasına önemli katkı sağlamaktadır (Sidira *et al.* 2015). 2,3-bütandion, Kaban and Bayrak (2015) tarafından da ısıtılmış sucukta rapor edilmiştir. Sucuk örneklerinde belirlenen 3-hidroksi-2-bütanon ise Çakır *et al.* (2013) tarafından da tespit edilmiştir. Kaban ve Kaya (2010) tarafından yapılan araştırmada ise diasetil ve asetoin üzerinde olgunlaştırma hızına bağlı olarak *L. plantarum* GM77 ve *L. plantarum*

GM77+S. *xylosus* GM92 suşlarının önemli etkileri rapor edilmiştir. 2,3-bütandion üzerinde starter kültür kullanımının önemli olduğu Montanari *et al.* (2016) tarafından da rapor edilmiştir. Toldra *et al.* (2001) da karbonhidrat fermantasyonu sırasında oluşan asetoin ve diasetil gibi düşük molekül ağırlıklı bileşiklerin oluşumunun kullanılan starter kültüre bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Nitekim Wang *et al.* (2013) *L. sakei*'nin lösin ve valin aminopeptidazlar gibi pek çok peptidaz aktivitesi göstererek, kür edilmiş etlerde arzu edilen bileşiklerin oluşumuna katkıda bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Alifatik hidrokarbonlardan undekan üzerinde starter kültür kullanımı önemli farklılığa neden olmuştur. En düşük ortalama değer kontrol grubunda en yüksek ortalama değer ise sadece *L. sakei* S15 suşunun kullanıldığı grupta belirlenmiştir. Ancak *L. sakei* S15 içeren bu gruba ait ortalama değer, *L. sakei* S15+S.*xylosus* GM92 içeren gruptan istatistiki olarak farklılık göstermemiştir. Isıl işlem görmüş sucuklarda hekzan, heptan, nonan, undekan, dodekan gibi alifatik hidrokarbonlar diğer araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (Çakır *et al.* 2013; Kaban and Bayrak 2015).

Esterler, et ürünlerinde genellikle karboksilik asitlerin ve alkollerin esterifikasyonu sonucu oluşmaktadır. Diğer taraftan laktik asit bakterileri ve stafilocokların da esterifikasyon aktivitesinin olduğu bildirilmektedir (Gutsche *et al.* 2012). Mevcut çalışmada starter kültür kullanımı sadece bütül propanoat üzerinde istatistiki açıdan önemli farklılığa neden olmuş, en yüksek ortalama değer *L. sakei* S15 grubunda görülmüştür. Ancak bu ortalama değer, *L. sakei* S15 +S.*xylosus* GM92 içeren gruba ait ortalama değerden istatistiki olarak farklılık göstermemiştir. Kaban ve Kaya (2010) olgunlaştırma sıcaklığı, kullanılan yağ çeşidi ve starter kültür faktörlerinin incelendiği bir çalışmada, söz konusu faktörlerin etil asetat, butanoik asit etil ester ve dekanolik etil ester üzerinde etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Çakır *et al.* (2013) ve Kaban and Bayrak (2015) da ısıl işlem görmüş sucukta değişik esterler tanımlamışlardır.

Araştırmada belirlenen 8 aldehitten 2'si üzerinde starter kültür kullanımı etkili olmuştur. Hem trans-2-heptanal hem de dekanal açısından en düşük ortalama değerler, kontrol grubunda belirlenmiştir. En yüksek ortalama değer, trans-2-heptanal için *L. sakei* S15

içeren grupta tespit edilmiş ancak bu değer *L. sakei* S15+S.*xylosus* GM92 grubuna ait değerden farklı bulunmamıştır. Dekanal için ise en yüksek ortalama değer, *L. sakei* S15+S.*xylosus* GM92 içeren grupta belirlenmiş ve bu gruba ait ortalama değerde *L. sakei* S15 içeren grup ile istatistiki olarak farklılık göstermemiştir. Fonseca *et al.* (2013) tarafından İspanyol tipi geleneksel kuru fermente bir sosis üzerinde yapılan bir çalışmada, starter kültür kullanımının hekzanal üzerinde çok önemli etkisinin olduğu rapor edilmiştir. Düşük duyum eşik değerleri ile aroma üzerinde önemli rol oynayan aldehitler, lipit oksidasyonu ve amino asit katabolizması sonucu oluşabilmektedir. Lipit oksidasyonu, et ve et ürünlerinde istenmeyen bir reaksiyon olmakla birlikte fermente sosisler ve kür edilmiş kurutulmuş et ürünlerinde tipik aromanın ana kaynağını oluşturmaktadır (Ordóñez *et al.* 1999).

Isıl işlem görmüş sucuk örneklerinde belirlenen diğer bir kimyasal grup olan aromatik hidrokarbonların kaynağı oldukça farklılık göstermektedir. Bu bileşiklerden toluen, lipit degradasyonu sonucu oluşan bileşiklerden kaynaklanabileceği gibi hayvan yemi olarak kullanılan otlarda da bulunmaktadır (Çakır *et al.* 2013). Isıl işlem görmüş sucuk üretiminde starter kültür kullanımı 1-metil-1H-pirrol üzerinde etkili olmuş ve en yüksek ortalama değer sadece *L. sakei* S15 içeren grupta belirlenmiştir. Bununla birlikte bu gruba ait ortalama değer, *L. sakei* S15+S.*xylosus* GM92 içeren gruba ait ortalama değerden istatistiki olarak farklılık göstermemiştir. Bu bileşiğin starter kültür kullanımı ile etkilendiği Kaban ve Kaya (2010) tarafından yapılan çalışmada da ortaya konulmuştur. Araştırmada tanımlanan 1-metil-2-(1-metiletil)-benzen üzerinde de starter kültür kullanımı etki göstermiştir (Çizelge 4.31). Kaban ve Kaya (2010) tarafından yapılan çalışmada toluen, 1-metil-4-(1-metiletenil)-benzen, 1,2-dimetoksi-4-(2-propenil)-benzen, 1-metoksi-4-(1-propenil)-benzen ve 1-metil-4-(1-metiletil)-benzen üzerinde olgunlaştırma hızı ve starter kültür kullanımının etkili olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmada furan olarak sadece 2-pentil furan belirlenmiş, ancak bu bileşik üzerinde starter kültür kullanımının önemli bir etkisi olmamıştır(Çizelge 4.31.).

Sucukta uçucu bileşiklerin önemli bir kısmını terpenler oluşturmaktadır (Kaban and Kaya 2009 a,b; Kaban 2010). Isıl işlem görmüş sucukta da terpenler uçucu bileşik profilinde önemli bir gruptur (Çakır *et al.* 2013; Kaban and Bayrak 2015). Mevcut bu araştırmada terpen olarak çok sayıda bileşik belirlenmiştir. Starter kültür kullanımı bu bileşiklerden limonen ve karyofillen üzerinde önemli bir etki göstermiştir (Çizelge 4.31.). Kaban ve Kaya (2010), *L. plantarum* GM77+S. *xylosus* GM92 karışık kültürünün sucukta özellikle limonen, β -myrcen, α -fellendren, γ -terpinen, α -pinen, 3-karen, β -fellendren, linalool, izokaryofillen ve α -karyofillen değerlerinde artışa neden olduğunu rapor etmiştir. Sucuk üzerinde yapılan diğer bir çalışmada da karyofillen ve limonen da dahil pek çok terpen bileşiğinin kullanılan starter kültür suşlarından etkilendiği rapor edilmiştir (Kargozari *et al.* 2014).

Çizelge 4.31. Starter kültür kullanılarak üretilen ısıl işlem görmüş sucukların uçucu bileşik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05)

Bileşik adı	Starter Kültür		
	Kontrol	<i>L. sakei</i> S15	<i>L.sakei</i> S15 + <i>S.xylosus</i> GM92
Sülfürlü Bileşikler			
Methanethiol	9,22±13,64a	8,72±11,28a	7,55±9,49a
2-Propanethiol	5,90±8,78b	9,84±13,13a	6,03±6,96b
2-Propene-1-thiol	328,30±294,25b	438,21±420,52a	393,63±293,66ab
Allil metil sülfür	24,92±13,88c	63,26±80,05a	43,72±38,32b
1-Propene, 1-(metilthio)-(Z)	6,50±7,98a	10,17±12,92a	9,11±7,53a
3,3' -thiobis-1-propene	44,98±50,21a	63,94±67,07a	53,66±40,51a
2,4-dimetil- thiophene	1,38±2,15a	3,41±4,98a	2,01±2,38a
Metil 2-propenil disulfür	23,63±23,92a	26,33±32,21a	20,65±15,57a
Diallil disulfür	69,60±54,34a	63,22±69,23a	66,47±45,93a
Alkoller			
Etanol	60,37±53,06a	58,54±56,75a	61,79±48,87a
1-Hekzanol	1,02±1,39b	2,62±3,36a	2,53±1,67a

Çizelge 4.31. (devam)

4-(1-metiletil)- benzenemethanol	5,63±10,39a	13,31±25,82a	16,35±21,47a
Ketonlar			
Aseton	8,99±10,81a	9,56±9,76a	7,93±5,90a
2,3-Butanedion	4,78±4,64c	34,17±52,78a	22,18±29,15b
2-Butanon	4,85±7,81a	10,40±14,79a	9,77±12,20a
3-hidroksi -2-butanon	14,15±28,20a	28,56±46,32a	28,74±44,00a
Alifatik hidrokarbonlar			
Hekzan	0,32±1,27a	3,15±7,89a	0,87±1,88a
Heptan	1,47±2,23a	3,27±4,42a	1,57±2,20a
Nonan	1,07±2,63a	2,29±3,50a	1,63±2,32a
Undekan	2,52±3,19b	11,59±17,22a	8,36±13,87ab
Dodekan	7,85±14,28a	11,21±17,00a	11,58±10,99a
Tridekan	6,67±8,38a	17,54±37,60a	17,96±32,84a
Tetradekan	2,46±3,52a	5,56±8,03a	4,09±4,79a
Esterler			
Etil asetat	2,00±2,37a	2,67±4,18a	1,44±2,44a
Etil bütirat	4,10±7,23a	7,59±10,32a	6,09±6,22a
Bütül propanoat	2,05±2,77b	6,15±7,71a	3,39±3,28ab
Etil hekzanoat	1,05±1,38a	1,74±3,32a	1,85±3,95a
Propil hekzanoat	20,80±50,59a	46,50±67,95a	22,92±27,28a
Hekzil bütirat	13,66±30,11a	27,70±39,17a	18,65±24,30a
Aldehitler			
Pentanal	2,22±3,50a	4,68±6,38a	3,50±3,91a
Hekzenal	3,28±4,62a	6,06±8,98a	3,87±4,58a
Heptanal	0,45±1,80a	4,65±11,42a	0,55±2,21a
Octanal	0,83±1,51a	4,20±6,61a	2,67±4,27a
Nonanal	10,64±12,84a	8,18±12,59a	14,74±13,96a
Trans-2-Heptenal	0,10±0,40b	3,78±7,74a	3,26±6,47a
Dekanal	2,73±3,86b	3,73±5,25ab	6,32±8,21a
2-metil, 3-fenil- propanal	142,00±194,16a	129,92±187,20a	178,36±171,56a
Aromatik hidrokarbon			

Çizelge 4.31. (devam)

1-metil-1H-pirrol	2,34±4,70b	5,82±9,40a	4,04±5,30ab
Toluen	3,06±5,55a	6,53±8,42a	4,22±5,19a
p-Ksilen	1,33±2,82a	2,65±4,97a	1,98±2,70a
Stiren	1,23±3,19a	2,97±5,05a	2,08±2,66a
1-metil-2-(1-metiletil)-benzen	114,28±128,07c	420,33±618,58a	182,83±123,70b
1,2-dimetoksi-4-(2-propenil)-benzen	5,46±7,96a	7,72±13,24a	9,87±10,48a
Furan			
2-pentil-furan	0,19±0,52a	0,85±1,68a	0,61±0,93a
Terpenler			
α-Thujen	5,02±8,44a	10,05±14,32a	8,38±8,98a
1R- α-pinen	5,85±8,23a	10,55±16,99a	9,06±8,51a
Kamfen	1,51±2,39b	4,42±6,55a	3,94±3,66ab
Thujen	4,74±10,91a	6,62±11,78a	5,18±6,16a
β-pinen	7,73±10,68a	27,87±58,73a	13,84±32,90a
β-myrcen	35,98±65,01a	41,87±66,31a	40,08±49,90a
α -fellandren	12,58±25,14a	27,15±37,42a	17,97±18,55a
3-karen	15,81±31,16a	31,64±46,06a	21,82±24,32a
α-terpinen	5,00±8,76a	7,24±11,21a	7,19±9,18a
Limonen	18,89±23,65b	36,10±42,45a	38,71±44,98a
β-fellandren	2,65±4,89a	4,95±11,92a	6,56±10,32a
Eucalyptol	7,73±9,82a	13,68±20,90a	12,33±11,50a
γ-terpinen	60,51±78,67a	88,38±120,17a	95,01±82,39a
Terpinolen	3,05±4,65a	4,60±6,75a	5,53±4,80a
Linalool	27,56±36,32a	32,04±37,82a	42,13±39,30a
Terpinen 4-ol	4,51±6,14a	9,26±16,35a	8,71±8,47a
α- terpineol	2,57±3,68a	10,77±24,37a	6,56±6,21a
Delta-Elemene	1,36±3,73a	5,30±11,97a	4,94±7,45a
Kopaen	3,83±6,70a	4,82±7,78a	5,13±5,59a
Eugenol	2,47±4,19a	6,29±11,43a	6,92±9,74a
Trans-Karyofillen	3,32±4,41a	5,24±9,33a	4,90±4,40a
Karyofillen	9,27±12,51b	11,29±15,05b	14,90±15,56a

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

Isıl işlem görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen uçucu bileşik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.32’de verilmiştir. Uçucu bileşiklerden methanethiol ve 2-propanethiol, sucuk hamurunda ve fermente edilmiş örneklerde belirlenmemiştir. Bu bileşikler, ısıl işlem aşamasından sonra belirlenmiş ve miktarları kurutma safhasında önemli düzeyde artmıştır. Diğer bir sülfürlü bileşik olan 2-propen-1-thiol, fermantasyon sırasında düşüş göstermiş, ancak ısıl işlemde ve özellikle de kurutma aşamasında çok yüksek değerlere ulaşmıştır. Allil metil sülfürün seviyesi ise fermantasyon ve ısıl işlem ile azalmış, kurutma aşamasında ise artmıştır. Dialil disülfür ise en yüksek değeri, kurutma aşamasında vermiştir. Bu bileşik açısından fermantasyon ve ısıl işlem basamakları arasında istatistiki bir farklılık söz konusu olmamıştır. Diğer sülfürlü bileşikler ise sucuk hamuru örnekleri ile fermantasyon ve ısıl işlem sonrası alınan örneklerde önemli bir değişim göstermemiş, kurutma aşamasında artmıştır. Çakır *et al.* (2013), fermantasyon- ısıl işlem-kurutma uygulanarak üretilen sucukların, fermantasyon-kurutma işlemi uygulanan sucuklara göre daha düşük seviyelerde sülfürlü bileşikleri içerdiğini rapor etmişlerdir. Sülfürlü bileşikler, enzimatik reaksiyonlar (soğan ve sarımsak gibi allium türleri veya brokoli, lahana ve karnabahar gibi sebzelerden) ile oluşabildiği gibi ısıl işlem uygulamaları (et, tavuk ve kahve gibi ürünler) ile de oluşabilmektedir. Uçucu sülfürlü bileşikler, düşük aroma ve tat duyumu eşiklerinden dolayı düşük konsantrasyonlarda duyusal potansiyel sergileyebilmektedir. Çoğu gıdada sülfürlü bileşikler, düşük konsantrasyonlarda (<1 µg/kg) uygun lezzet karakteristiğine katkı sağlamaktadır (McGorin 2011). Pişmiş ette methioninden strecker reaksiyonu ile oluşan methional önemli bir bileşiktir. Bu bileşik hızlı bir şekilde 2-propenal ve methanethiole ve sonrasında dimetil disülfür ve diğer sülfürlü bileşiklere parçalanmaktadır (Resconi *et al.* 2013). Mevcut bu araştırmada da ısıl işlemden sonra tespit edilen iki önemli bileşik methanethiol ve 2-propanethiol’dür. Ayrıca Çizelge 4.32’den de görüldüğü üzere ısıl işlem sonrası artış gösteren diğer bir bileşik ise 2-propen-1-thiol’dür.

Araştırmada belirlenen alkoller üzerinde üretim aşamaları önemli farklılıklara neden olmuştur. Tanımlanan her üç alkol de kurutma aşamasında en yüksek seviyeleri göstermiştir (Çizelge 4.32). Çakır *et al.* (2013) da ısıl işlem görmüş sucukta

belirledikleri alkollerden bir olan 4-(1-metiletil)-benzenmetanol üzerinde üretim yönteminin çok önemli ($P<0,01$) etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ketonlarda ise yine en yüksek değerler kurutma aşaması sonrasında belirlenmiştir. 2,3-bütandion, 2-bütanon ve 3-hidroksi-2-bütanon (asetoin) bileşiklerinin sucuk hamuru, fermantasyon sonrası ve ısıtma işlem sonrası değerleri istatistiki açıdan farklılık göstermemiştir. Buna karşın aseton, ısıtma işlem aşamasında sucuk hamuru ve fermantasyona göre daha yüksek, kurutma aşamasına göre ise daha düşük değerler vermiştir (Çizelge 4.32). Bu sonuçların alkoller ve sülfürlü bileşiklerde olduğu gibi kurutma aşamasında hem nem miktarının azalması hemde gerçekleşen değişik reaksiyonlardan ileri geldiği düşünülmektedir.

Isıtma işlem görmüş sucuk örneklerinde belirlenen 7 alifatik hidrokabondan hekzan hariç diğer bileşikler üretim aşamalarında benzer değişimler göstermiş ve en yüksek değerler kurutma aşamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.32). Bu bileşiklerin aroma üzerindeki etkileri yüksek eşik değerlerinden dolayı oldukça düşüktür (Ramirez and Cava 2007). Pek çok alifatik hidrokarbon, sucuk ve ısıtma işlem görmüş sucuk ile ilgili diğer araştırmalarda da tespit edilmiştir (Kaban and Kaya 2009 a,b; Kaban 2010; Çakır *et al.* 2013; Kaban and Bayrak 2015).

Üretim aşaması faktörü esterlerden etil asetat üzerinde önemli bir etki göstermemiştir. Olivares *et al.* (2009) bir fermente sosis çeşidinde yürüttüğü araştırmada, etil-2-metilbütanoat seviyesinin değişmediğini rapor etmişlerdir. Mevcut araştırmada, propil hekzanoat ve hekzil bütirat, en yüksek değerlerini kurutma aşamasında göstermiş, diğer aşamalarda ise istatistiki açıdan önemli farklılıklar bulunmamıştır. Araştırmada belirlenen diğer bir ester olan etil hekzanoat, sucuk hamurunda en yüksek değerini vermiş daha sonraki aşamalarda ise düşüş göstermiştir. Etil bütirat ise en yüksek değerini kurutma aşamasında vermiş, ısıtma işlem sırasında da artış göstermiştir. Bütil propanoat ise en düşük değeri, fermantasyon aşamasında göstermiştir (Çizelge 4.32.). Çakır *et al.* (2013) ise ısıtma işlem uygulaması ile üç ester bileşiğinin düşüş, bir bileşiğin ise artış gösterdiğini rapor etmişlerdir. Araştırmacılar esterler grubuna dahil üç bileşiğin ise ısıtma işleminden etkilenmediğini de rapor etmişlerdir. Genellikle lipit oksidasyonu ve amino asit katabolizması sonucu oluşan aldehitlerde, fermantasyon ve kurutma

aşamasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar gözlenmemiştir. Belirlenen tüm aldehitler en yüksek değerlerini kurutma aşamasında göstermiştir (Çizelge 4.32.). Olivares *et al.* (2009) da fermente bir sosis çeşidi üzerinde yaptıkları araştırmada, 3-metil-bütanal, oktanal, 2-metil bütanal gibi bazı aldehitlerin kurutma sırasında arttığını tespit etmişlerdir. Sucuk örneklerinde belirlenen aldehitler içerisinde 2-metil-3-fenil-propanal tüm aşamalarda diğer aldehitlere göre çok daha yüksek değerler göstermiştir. Bu bileşik, fermente sucuk ve ısıl işlem görmüş sucuk üzerinde yapılan diğer araştırmalarda da belirlenmiş ve bu ürünler için önemli bir aldehit olduğu bildirilmiştir (Kaban and Kaya 2009 a,b; Çakır *et al.* 2013; Kaban and Bayrak 2015).

Üretim aşamalarından etkilenen diğer bir grup ise aromatik hidrokarbonlardır. Bu gruba dahil olan 1-metil-1H-pirol, nitorjenli bileşik olarak da adlandırılabilir. Bu bileşik ısıl işlem sırasında oluşmuş ve kurutma aşamasında ise en yüksek değere ulaşmıştır. Toluen, p-ksilen, stiren, 1-metil-2-(1-metiletil)-benzen ve 1,2-dimetoksi-4-(2-propenil)-benzen en yüksek değerlerini kurutma aşamasında vermişlerdir. Stiren ve p-ksilen bileşiklerinde, ilk üç üretim aşamasında istatistiki açıdan birbirinden farklı olmayan değerler gözlenmiştir. 1-metil-2-(1-metiletil)-benzen, üretim aşamalarının tümünde diğer aromatik hidrokarbonlara göre çok daha yüksek değerler vermiştir. Bu bileşik, Çakır *et al.* (2013) tarafından da ısıl işlem görmüş sucukta belirlenmiş ve bu araştırmada olduğu gibi ısıl işlem uygulamasının bu bileşik üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir.

Sucuk örneklerinde furan olarak belirlenen tek bileşik olan 2-pentil furan, üretim aşaması faktöründen önemli ölçüde etkilenmiştir. Çizelge 4.32.'den de görüldüğü üzere bu bileşik ısıl işlem aşamasında oluşmuş ve miktarı kurutma ile artış göstermiştir. 2-pentil furan, ısıl işlem görmüş sucukta Kaban and Bayrak (2015) tarafından da belirlenmiştir. Gerek sucuk gerekse ısıl işlem görmüş sucuğun uçucu profilinde önemli bir yere sahip olan terpenlerden, β -pinen ve α -terpineol hariç diğer bileşikler en yüksek değerlerini kurutma aşamasında göstermiştir. Bu bileşiklerden kopaen ve karyofillen üretimin ilk üç aşamasında istatistiki açıdan farklı değerler gösterirken, diğer bileşikler üç aşamada da istatistiki açıdan birbirine yakın değerler vermiştir. Sucuk ve ısıl işlem

görmüş sucuk üretiminde kullanılan farklı baharat, terpenlerin önemli bir kaynağını oluşturmaktadır. Bundan dolayı ısıtma işlemi görmüş sucuk üzerinde yapılan araştırmalarda da bu araştırmada olduğu gibi çok sayıda bileşik tespit edilmiştir (Çakır *et al.* 2013; Kaban and Bayrak 2015).

Çizelge 4.32. Isıtma işlemi görmüş sucuklarda üretim aşamalarında belirlenen uçucu bileşik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ($P<0,05$)

Bileşik adı	Üretim Aşamaları			
	Sucuk hamuru	Fermentasyon sonrası	Isıtma işlemi sonrası	Kurutma sonrası
Sülfürlü Bileşikler				
Methanethiol	0,00±0,00c	0,00±0,00c	9,06±5,90b	24,93±8,07a
2-Propanethiol	0,00±0,00c	0,00±0,00c	7,63±4,32b	21,41±8,28a
2-Propene-1-thiol	205,39±36,91c	106,33±27,04d	326,65±145,55b	908,48±199,65a
Allil metil sülfür	32,58±4,52b	16,36±4,80c	15,32±5,87c	111,60±71,68a
1-Propene, 1-(metilthio)-(Z)	4,13±1,17b	3,84±3,76b	4,11±3,07b	22,30±10,19a
3,3'-thiobis-1-propene	41,57±11,92b	26,94±12,87b	30,97±26,71b	117,31±71,64a
2,4-dimetil-thiophene	2,07±1,21b	0,48±0,67b	1,30±3,44b	5,22±4,82a
Metil 2-propenil disülfür	9,96±2,91b	15,07±9,76b	13,56±13,69b	55,56±27,42a
Diallil disülfür	54,68±26,76b	33,15±22,57bc	31,24±24,82c	146,65±43,53a
Alkoller				
Etanol	23,53±9,91c	31,02±5,80bc	40,84±15,81b	143,53±29,80a
1-Hekzanol	1,88±0,59b	0,60±1,09c	0,94±1,26bc	4,81±3,01a
4-(1-metiletil)-benzenemethanol	0,00±0,00b	5,20±16,86b	13,11±27,95b	28,75±13,91a
Ketonlar				
Aseton	3,51±2,88c	3,88±4,41c	10,49±11,18b	17,44±6,63a
2,3-Butanedion	7,08±4,96b	4,05±4,89b	3,87±4,20b	66,50±49,54a

Çizelge 4.32. (devam)

2-Butanon	6,36±7,91b	3,65±3,96b	3,64±5,00b	19,71±17,73a
3-hidroksi -2-butanon	7,01±2,89b	6,65±7,30b	7,30±6,81b	74,31±55,11a
Alifatik hidrokarbonlar				
Hekzan	0,00±0,00a	0,00±0,00a	3,89±8,98a	1,88±2,54a
Heptan	1,12±0,98b	0,61±1,62b	2,01±4,18b	4,68±3,36a
Nonan	1,04±1,27b	0,11±0,37b	1,29±2,57b	4,16±3,98a
Undekan	6,14±4,50b	0,55±0,35b	2,82±4,40b	20,46±20,99a
Dodekan	5,51±2,97b	2,83±5,31b	3,41±3,46b	29,10±16,64a
Tridekan	5,23±4,13b	3,57±4,97b	10,94±17,82b	36,49±49,90a
Tetradekan	1,50±0,97b	0,45±0,28b	4,05±7,35b	10,15±5,13a
Esterler				
Etil asetat	1,90±2,03a	1,14±2,07a	2,68±3,95a	2,44±3,40a
Etil bütirat	0,67±0,63c	1,07±2,84c	4,98±7,07b	16,99±5,41a
Bütül propanoat	4,23±2,92ab	0,53±0,54c	3,61±4,71ab	7,08±8,01a
Etil hekzanoat	4,26±5,10a	0,37±0,25b	0,53±0,80b	1,04±1,33b
Propil hekzanoat	26,97±16,80b	2,03±2,94b	12,90±19,07b	78,39±83,67a
Hekzil bütirat	15,99±10,33b	2,47±3,55b	8,51±13,95b	53,04±47,76a
Aldehitler				
Pentanal	1,72±0,36b	1,05±1,26b	1,55±1,70b	3,19±5,12a
Hekzenal	2,29±3,16b	1,02±0,99b	1,80±1,89b	12,51±7,92a
Heptanal	0,00±0,00b	0,00±0,00b	0,00±0,00b	7,54±12,62a
Octanal	0,13±0,32b	0,44±0,38b	2,89±5,82b	6,81±5,54a
Nonanal	12,20±8,20b	3,33±1,85b	7,22±10,94b	21,99±18,33a
Trans-2-Heptenal	0,85±1,15b	0,00±0,00b	0,00±0,00b	8,68±9,54a
Dekanal	1,08±0,80b	1,15±2,30b	2,77±3,43b	12,04±7,23a
2-metil, 3-fenil-propanal	33,72±14,21b	89,68±140,58b	155,68±199,71b	321,30±174,83a
Aromatik hidrokarbon				
1-metil-1H-pirrol	0,00±0,00b	0,00±0,00b	3,13±3,70b	13,14±7,57a
Toluen	1,66±1,47bc	0,06±0,21c	4,39±6,27b	12,29±6,82a
p-Ksilen	0,92±0,98b	0,17±0,60b	0,52±0,85b	6,32±5,10a

Çizelge 4.32. (devam)

Stiren	0,75±1,02b	0,16±0,57b	1,97±4,85b	5,50±4,12a
1-metil-2-(1-metiletil)-benzen	144,01±71,54b	39,64±17,38c	83,75±73,48bc	689,20±562,93a
1,2-dimetoksi-4- (2-propenil)-benzen	0,84±0,81c	3,50±7,98bc	9,07±13,83b	17,32±7,77a
Furan				
2-pentil-furan	0,00±0,00b	0,00±0,00b	0,41±0,52b	1,79±1,75a
Terpenler				
α-Thujen	4,48±1,79b	1,56±1,88b	4,22±4,57b	21,00±14,82a
1R- α-pinen	3,23±1,21b	2,14±3,28b	9,17±14,66b	19,40±13,02a
Kamfen	1,06±0,68b	0,89±2,82b	3,04±5,44b	8,17±3,99a
Thujen	2,70±1,33b	0,52±0,99b	2,28±4,20b	16,56±14,33a
β-pinen	21,92±12,02a	4,59±5,83a	8,55±14,58a	30,87±75,99a
β-myrcen	0,84±1,26b	6,93±6,40b	34,57±43,31b	114,89±65,18a
α -fellandren	9,91±6,44b	3,46±4,24b	11,63±17,76b	50,65±37,67a
3-karen	10,05±4,44b	4,08±4,44b	14,45±20,30b	63,78±47,85a
α-terpinen	4,23±2,24b	1,41±1,45b	2,17±2,33b	18,09±13,51a
Limonen	18,35±8,86b	9,21±3,18b	14,46±9,22b	82,92±47,03a
β-fellandren	1,89±2,54b	0,74±0,81b	3,35±3,91b	12,89±16,11a
Eucalyptol	7,09±3,02b	3,14±3,46b	4,99±5,58b	29,77±19,39a
γ-terpinen	35,85±16,46b	26,03±29,60b	39,70±30,53b	223,63±81,92a
Terpinolen	2,07±1,45b	1,06±1,95b	2,35±2,08b	12,07±5,53a
Linalool	16,03±7,15b	17,72±36,14b	21,31±22,01b	80,58±31,49a
Terpinen 4-ol	2,00±0,92b	2,75±6,19b	8,95±18,15ab	16,27±4,57a
α- terpineol	3,99±1,73a	2,47±3,13a	11,58±28,31a	8,48±7,69a
Delta-Elemene	0,00±0,00b	0,00±0,00b	2,64±4,00b	12,83±12,88a
Kopaen	0,05±0,16c	1,51±4,55bc	4,70±7,23b	12,12±4,47a
Eugenol	0,42±0,84b	1,79±3,90b	6,21±10,80ab	12,42±11,05a
Trans-Karyofillen	0,99±0,45b	1,50±2,63b	5,19±9,44b	10,28±4,27a
Karyofillen	2,50±0,90c	2,50±0,61c	7,56±6,86b	34,73±6,80a

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

5. SONUÇ

Araştırma, ısıtılmış sucuk üretiminde starter kültür kullanımının ürünün uçucu bileşikleri ile diğer bazı kalitatif özelliklerine etkilerinin üretim aşaması boyunca belirlenmesi amacıyla kurulmuş ve yürütülmüştür. Bu amaca yönelik olarak geleneksel sucuklardan izole edilen fenotipik ve genotipik tanımlaması yapılan *L. sakei* S15 ve *S. xylosum* GM92 suşları seçilmiş ve bu suşlar kullanılarak tekli (*L. sakei* S15) ve ikili (*L. sakei* S15 + *S. xylosum* GM92) kültürler hazırlanmıştır. Hazırlanan kültürler ısıtılmış sucuk üretiminde starter kültür olarak kullanılmıştır. Starter kültür kullanılmadan üretilen ısıtılmış sucuklar ise kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Üretim aşamalarında (sucuk hamuru, fermentasyon sonrası ($22\pm 1^{\circ}\text{C}$ 2 gün), ısıtılmış sucuk sonrası (iç sıcaklık 68°C) ve kurutma sonrası ($16\pm 1^{\circ}\text{C}$ 3 gün)) alınan örnekler mikrobiyolojik (Laktik asit bakterisi, *Micrococcus/Staphylococcus* ve Enterobacteriaceae), fiziko-kimyasal (pH, nem, tiyobarbitürük asit reaktif maddeler-TBARS ve renk) ve uçucu bileşik profili yönünden analiz edilmiştir. Ayrıca son ürün, duyu özellikleri yönünden de incelenmiştir. Elde edilen verilere istatistiksel analizler uygulanmış ve sonuçlar literatür ışığında tartışılarak, aşağıda verilen genel sonuç ve önerilere varılmıştır.

1. Araştırmada geleneksel sucuklardan tanımlanmış olan *L. sakei* S15 suşu, ısıtılmış sucuk üretiminde kullanılmış ve bu suş 22°C 'de 48 saat içerisinde iyi bir gelişme göstermiştir. Isıtılmış sucuk sırasında sayıda 5 logaritmik birim civarında bir azalma olmuştur. Kurutma sırasında ise sayıda önemli bir değişim gözlenmemiştir. *L. sakei* S15, *S. xylosum* GM92 ile birlikte kullanıldığında da benzer sonuçlar vermiştir. Spontan olarak bulunan laktik asit bakterileri, mevcut koşullarda 48 saatlik fermentasyon süresine rağmen 10^6 kob/g'in üzerine çıkamamıştır. Bu sonuçlar *L. sakei* S15'in ısıtılmış sucukta iyi bir adaptasyon göstererek yüksek sayılara ulaşabildiğini ve dolayısıyla güvenilir bir asitleşme sağladığını göstermektedir.

2. Starter kültür olarak kullanılan koagülaz negatif stafilocoklar, nitrit/nitrat redüktaz ve katalaz aktiviteleri ile fermentasyonda önemli fonksiyonlara sahiptir. Bu

mikroorganizmalar, proteolitik ve lipolitik aktiviteleri ile fermente sosislerin lezzet profiline de katkıda bulunmaktadır. Araştırmada starter kültür olarak kullanılan *S. xylosus* GM92 suşu, fermentasyon aşamasında inokülasyon düzeyinde kalmış, ısıl işlem de ise 1 logaritmik birim civarında redüksiyona uğramıştır. Kurutma aşamasında ise hafif bir artış göstermiştir. Spontan mikrokok ve stafilokoklar fermentasyon sırasında az bir gelişme gösterirken, *L. sakei* S15 varlığında pH düşüşünden dolayı çoğalamamıştır. Buna göre ısıl işlem görmüş sucukta *S.xylosus* GM92 suşu, fermentasyon sırasında canlılığını korumakta, ısıl işlem ile sınırlı bir redüksiyona uğramaktadır.

3. Isıl işlem görmüş sucukların Enterobacteriaceae sayıları hem sucuk hamurunda hem de üretimin diğer aşamalarında saptanabilir sınırın altında (10^2 kob/g) bulunmuştur. Bu sonuç kullanılan hammaddenin hijyenik kalitesinin iyi olduğunun bir göstergesidir. Endüstride genellikle hammaddenin mikrobiyal yükünün daha fazla olması nedeni ile daha yüksek Enterobacteriaceae sayıları ile karşılaşılabilir. Bu araştırmada kullanılan *L. sakei* S15 gibi hızlı ve güvenilir bir asitleşmeyi sağlayan laktik kültürlerin bu mikroorganizmaların gelişimini engelleyebileceği düşünülmektedir.

4. Araştırmada kullanılan laktik asit bakteri suşu, fermentasyonda hızlı bir asitleşmeye neden olmuştur. Bu suş, 48 saatlik fermentasyon sonunda pH değerini 5,0'ın altına düşürmüştür. Starter kültür kullanılmayan grupta fermentasyon sırasında asitleşme gerçekleşmemiştir. Bu sonuç, starter kültür kullanılmadan üretilen ürünlerde, standart bir ürün üretiminin zor olduğunun iyi bir göstergesidir. Diğer taraftan bu araştırma sonuçlarından da anlaşıldığı üzere starter kültür kullanılmayan ürünler, Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliğinde verilen 5,6'lık pH değerine uygunluk da göstermeyebilmektedir.

5. Isıl işlem görmüş sucuk örneklerinde, üretim aşamalarına paralel olarak %nem değeri düşüş göstermiştir. Mevcut üretim şartları ile Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliğinde verilen %50'lik nem değerinin altında değerler tespit edilmiştir.

6. Lipit oksidasyonunun göstergesi olan TBARS değeri, en yüksek ortalama değerini *S.xylosus* GM92 içeren grupta göstermiş, buna karşın sadece *L. sakei* S15 içeren grup ile kontrol grubu arasında farklılık tespit edilmemiştir. *S.xylosus* GM92'nin lipolitik aktivitesi sonucu oluşan ürünlerin lipit oksidasyonu için iyi bir prokürsor olduğu düşünülmektedir. Üretim aşamaları ise TBARS değerinde kademeli olarak artışa neden olmuştur. Ancak TBARS değerleri üretim süresinde kısa olması nedeni ile önemli bir artış göstermemiş ve tüm değerler 1 mg MDA/kg'ın altında kalmıştır. Buna göre söz konusu şartlarda üretilen ısıtılmış işlem görmüş bu ürünlerde acılaşıma belirlenmemiştir.

7. Isıtılmış işlem görmüş sucukta L^* değeri hem starter kültür hem de üretim aşamalarından etkilenirken, a^* ve b^* değerleri üzerinde sadece üretim aşaması faktörünün etkisi gözlenmiştir. Parlaklığın göstergesi olan L^* değeri açısından *L. sakei* S15 ve *L. sakei* S15+*S.xylosus* GM92 içeren gruplar en yüksek değerleri vermiştir. Diğer taraftan ısıtılmış işlem uygulaması L^* değerini artırmış, ancak a^* ve b^* değerlerini düşürmüştür. Buna göre ısıtılmış işlem görmüş sucukta *L.sakei* S15 veya *L.sakei* S15 + *S.xylosus* GM92 suşları renk üzerinde olumlu etki göstermektedir.

8. Duyusal değerlendirmede dikkate alınan parametreler açısından en yüksek ortalama değerler, *L.sakei* S15 + *S.xylosus* GM92 içeren grupta saptanmıştır. Ancak tekstür ve koku açısından diğer gruplar ile istatistiki açıdan farklılık belirlenmemiştir. Tat ve genel kabul edilebilirlik açısından ise *L. sakei* S15 ve *L.sakei* S15 + *S.xylosus* GM92 içeren gruplar arasında istatistiki açıdan farklılık belirlenmemiştir. *S. xylosus* GM92 suşu, renk üzerinde daha fazla etkili olmuştur. Bu sonuçlar, ısıtılmış işlem görmüş sucukta starter kültür kullanımının duyusal özellikler üzerinde olumlu etkisinin olduğunu göstermektedir.

9. Sucuk ve ısıtılmış işlem görmüş sucuk gibi fermente kuru ve yarı kuru sosisler çok kompleks ekosistemlere iyi birer örnek teşkil etmekte ve bu ürünlerde aroma oluşumu, olgunlaştırma ve ısıtılmış işlem proseslerinde gerçekleşen reaksiyonlarla oldukça ilgilidir. Starter kültürler ile gıda bileşenleri arasındaki ilişki henüz yeterince ortaya çıkarılamamıştır. Mevcut araştırmada 9 sülfürlü bileşik, 3 alkol, 4 keton, 7 alifatik

hidrokarbon, 6 ester, 8 aldehit, 6 aromatik hidrokarbon, 1 furan ve 22 terpen bileşiği olmak üzere toplam 66 bileşik tanımlanmıştır.

10. Starter kültür kullanımı 66 bileşiğin 14'ü üzerinde istatistiki açıdan önemli veya çok önemli düzeylerde etkili olmuştur. *L. sakei* S15 suşu hem 2-propanethiol hemde allil metil sülfür değerlerinde önemli artışlara neden olmuştur. Diğer bir sülfürlü bileşik olan 2-propen-1-thiol'de *L. sakei* S15 mevcudiyetinde daha yüksek ortalama değer vermiş, ancak bu ortalama değer *L.sakei* S15 + *S.xylosus* GM92 içeren gruba ait ortalama değerden istatistiki açıdan önemli bir farklılık göstermemiştir. Bu bileşiklerden methanethiol ve 2-propanethiol, sucuk hamurunda ve fermente edilmiş örneklerde belirlememiştir. Bu sonuç, bu iki bileşiğin ısıtma işlem sonrasında oluştuğunu göstermektedir. Üretim aşamaları diğer sülfürlü bileşikler üzerinde de etkili olmaktadır.

11. Sucuk örneklerinde karbonhidrat fermantasyonunun ürünü olan etanol, alkoller içerisinde en yüksek değeri vermiştir. Bu bileşik üzerinde kullanılan suşların önemli bir etkisi olmamıştır. Lipid otooksidasyonunun bir ürünü olan 1-hekzanol, her iki kültür mevcudiyetinde de yüksek değerler vermiştir. Üretim aşaması faktörü ise tespit edilen her üç alkol üzerinde de etkili olmuştur.

12. Starter kültür kullanımı ketonlardan 2,3-bütanedion, alifatik hidrokarbonlardan undekan, esterlerden bütül propanoat, aldehitlerden trans-2-heptanal ve dekanal üzerinde farklı önem düzeylerinde etkili olmuştur. Asetoinin ileri oksidasyonu ile oluşan 2,3-bütandion (diasetil)' nun düşük duyum eşiği nedeni ile ısıtma işlem görmüş sucuğun aroması üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Buna karşın yüksek eşik değerlerinden dolayı alifatik hidrokarbonlar ürün aroması üzerinde önemli bir etki göstermemektedir. Hekzan hariç belirlenen diğer alifatik hidrokarbonlar üretim aşamalarında benzer değişimler göstermiştir. Bu bileşikler diğer bazı uçucu bileşikler gibi kurutma aşamasında yüksek değerler vermiştir. Üretim aşaması faktörünün, etil asetat hariç belirlenen diğer esterler üzerinde önemli etkisi söz konusu olmuştur.

13. Fermente ürünlerde lipolisiz sonucu oluşan serbest yağ asitleri, lipit otooksidasyonunun önemli prokürsörleridir. Lipit otooksidasyonu da aldehitler başta olmak üzere pek çok uçucu bileşiğin önemli bir kaynağını oluşturmaktadır. Yukarıda da belirtildiği gibi starter kültür kullanımının sadece trans-2-heptanal ve dekanal üzerinde önemli etkisi olmuştur. Buna karşın üretim aşaması, aldehitler üzerinde çok önemli farklılıklara neden olmuş ve tanımlanan aldehitlerin tümü kurutma aşamasında yüksek değerler vermiştir. 2-metil-3-fenil-propanal'ın sucuk için önemli bir aldehit olduğu bu araştırmada da ortaya konulmuştur. Bu sonuçlara göre aldehitler starter kültür kullanımından genellikle etkilenmemekte, ancak üretim aşamaları özellikle de kurutma bu bileşikler üzerinde önemli etki de bulunabilmektedir.

14. Isıl işlem görmüş sucuk üretiminde starter kültür kullanımı 1-metil-2-(1-metiletil)-benzen ve 1-metil-1H-pirrol üzerinde etkili olmuştur. 1-metil-1H-pirrol'un ısıl işlem sırasında oluştuğu tespit edilmiştir. Hem bu bileşik hem de diğer aromatik hidrokarbonlar (toluen, p-ksilen, stiren, 1-metil-2-(1-metiletil)-benzen ve 1,2-dimetoksi-4-(2-propenil)-benzen) kurutma aşamasında yüksek değerlere ulaşmıştır.

15. Isıl işlem görmüş sucuk örneklerinde belirlenen 2-pentil furan üzerinde starter kültür kullanımının önemli bir etkisi olmazken, üretim aşaması önemli bir faktör olmuştur. Bu bileşik de ısıl işlem aşamasında oluşmuş ve kurutma sırasında oluşan reaksiyonlar sonucunda miktarı artmıştır.

16. Fermente sosislerin kalitatif özellikleri üzerinde aroma önemli bir paya sahiptir. Üretim proses faktörleri ve karbonhidrat, protein ve lipitlerin parçalanması sonucu oluşan bileşiklerin yanı sıra baharat da önemli bir uçucu bileşik kaynağıdır. Araştırmada belirlenen terpenlerden sadece limonen ve karyofillen starter kültür kullanımından etkilenmiştir. Üretim aşamalarında ise belirlenen terpenlerden β -pinen ve α -terpineol hariç diğer bileşikler en yüksek değerlerini kurutma aşamasında vermiştir.

Sonuç olarak; ısıl işlem görmüş sucuk üretiminde *L.sakei* S15 suşunun fermantasyon aşamasında hızlı ve güvenilir bir asitleşme için gerekli olduğu, bu suşun tekli veya

S.xylosus GM92 suşu ile birlikte starter kültür olarak ısıtılmış sucuk hamuruna ilave edilmesinin ürün özelliklerini olumlu yönde etkilediği ancak her iki suşun da aroma üzerinde etkili olan uçucu bileşikler üzerindeki etkilerinin sınırlı düzeyde kaldığı, ısıtılmış işlem uygulaması ile bazı uçucu bileşiklerin oluştuğu ve kurutma aşamasında uçucu bileşik miktarlarının önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir.



KAYNAKLAR

- 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.
- Anonim, 2012. Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği. Tebliğ No: 2012/74. Sayı: 28488. Ankara.
- Axelsson, L., 1998. Lactic acid bacteria: Classification and physiology. lactic acid bacteri :microbiology and functional aspects. Editör Seppo SALMINEN; Atte von WRIGHT, Chapter 1:pp 1-2, Marcel Dekker, Inc. New York.
- Baumgart, J., Eigener, V., Firnhaber, J., Hildebrant, G., Reenen Hoekstra, E.S., Samson, R.A., Spicher, G., Timm, F., Yarrow, D. and Zschaler, R., 1993. Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln, (3., aktualisierte und erw. Aufl.), Hamburg, Germany.
- Beis, S.H., Azcan, N., Özek, T., Kara, M. and Baser, K.H.C., 2000. Production of essential oil from cumin seeds. Chemistry of Natural Compounds, 36 (3), 265-268.
- Berdague, J.L., Monteil, P., Montel, M.C. and Talon, R., 1993. Effects of starter cultures on the formation of flavour compounds in dry sausage. Meat Science, 35(3), 275-287.
- Blaiotta, G., Pennacchia, C., Villani, F., Ricciardi, A., Tofalo, R. and Parente, E., 2004. Diversity and dynamics of communities of coagulase- negative staphylococci in traditional fermented sausages. Journal of Applied Microbiology, 97, 271-284.
- Bozkurt, H. and Bayram, M., 2006. Colour and textural attributes of sucuk during ripening. Meat Science, 73(2), 344-350.
- Caplice, E. and Fitzgerald, G. F., 1999. Food fermentations: Role of microorganisms in foodproduction and preservation. International Journal of Food Microbiology 50, 131-149.
- Casquete, R., Benito, M.J., Martin, A., Ruiz-Moyano, S., Pèrez-Nevado, F. and Córdoba, M.G., 2012. Comparison of the effects of a commercial and autochthonous *Pediococcus acidilactici* and *Staphylococcus vitulus* starter culture on the sensory and safety properties of a traditional Iberian dry-fermented sausage "salchichón". International Journal of Food Science and Technology, 47, 1011-1019.
- Coccolin, L., Manzano, M., Aggio, D., Cantoni, C. and Comi, G., 2001. A Novel Polymerase Chain Reaction (PCR)- Denaturing gradient gel electrophoresis(DGGE) for the Identification of *Micrococcaceae* starins involved in meat fermentations. Its application to naturally fermented Italian sausages. Meat Science, 57, 59-64.
- Coccolin, L., Dolci, P. and Rantsiou, K., 2008. Molecular methods for identification of microorganisms in traditional meat products. In:Meat Biotechnology,pp. 91-128, Springer Publisher,NewYork.
- Comi, G., Citterio, B., Manzano, M., Cantoni, C. and Bertoldi, M., 1992. Evaluation and characterization of Micrococcaceae strains in Italian dry fermented sausages. Fleischwirtschaft, 72(12), 1679-1683.

- Coppola, R., Lorizzo, M., Saotta, R., Sorrentino, E. and Grazia, L., 1997. Characterization of *Micrococci* and *Staphylococci* isolated from Soppressata Molisana, A Southern Italy fermented sausage. *Food Microbiology*, 14, 47-53.
- Coşkuner, Ö., 2002. Türk sucuğunda lipid oksidasyonuna ve serbest yağ asitleri oluşumuna ısı işlemin etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Coşkuner, Ö., Ertaş, A.H. and Soyer, A., 2010. The effect of processing method and storage time on constituents of Turkish sausages (sucuk). *Journal of Food Processing and Preservation*, 34, 125-135.
- Çakır, M.A., Kaya, M. and Kaban, G., 2013. Effect of heat treatment on the volatile compound profile and other qualitative properties of sucuk. *Fleischwirtschaft International*, 5, 69-74.
- Çon, A. H. and Gökcalp, H. Y., 2000. Production of bacteriocin-like metabolites by lactic acid cultures isolated from sucuk samples. *Meat Science* 55, 89-96.
- Dalmış, U. and 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., Gökgezoglu, İ. ve Tavşanlı, H., 2006. Klasik tip ve ısı işlem uygulanarak olgunlaştırılan sucukların özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- Ensoy, U., Kolsarıcı, N., Candoğan, K. ve Karşlıoğlu, B., 2010. Changes in biochemical and microbiological characteristics of turkey sucuks as affected by processing and starter culture utilization. *Journal of Muscle Foods*, 21, 142-165.
- Ercoşkun, H., 2006. Isıl İşlem Uygulanarak Üretilen Sucukların Bazı Kalite Özelliklerine Fermantasyon Süresinin Etkileri. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ercoşkun, H., Tağı, Ş. and Ertaş, A.H., 2010. The effect of different fermentation intervals on the quality characteristics of heat-treated and traditional sucuks. *Meat Science*, 85, 174-181.
- Ertaş, A.H. ve Göğüş, A.K., 1980. Değişik oranlarda kuyruk yağı ve farklı starter kullanılmış olan sucuklar üzerine araştırmalar. *Doğa Bilim Derg. Vet. Hay. / Tar. Orm.*, 4 (3), 48-53.
- Filiz, N., 2002. Yüksek ısı uygulaması ile üretilen "Türk sucuklarında" starter kültür kullanımı üzerine araştırmalar, İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 28(1), 17-29.
- Fonseca, S., Cachaldora, A., Gómez, M., Franco, I. and Carballo, J., 2013. Effect of different autochthonous starter cultures on the volatile compounds profile and sensory properties of Galician chorizo, a traditional Spanish dry fermented sausage. *Food Control*, 33, 6-14.
- Freiding, S., Gutsche, K.A., Ehrmann, M.A. and Vogel, R.F., 2011. Genetic screening of *Lactobacillus sakei* and *Lactobacillus curvatus* strains for their peptidolytic system and amino acid metabolism, and comparison of their volatiles in a model system. *Systematic and Applied Microbiology*, 34, 311-320.
- Gao, Y., Li, D. and Liu, X., 2014. Bacteriocin-producing *Lactobacillus sakei* C2 as starter culture in fermented sausages. *Food Control*, 35, 1-6.

- Garcia-Varona, M., Santos, E.M., Jaime, I. and Rovira, J., 2000. Characterisation of Micrococcaceae isolated from different varieties of chorizo. *International Journal of Food Microbiology*, 54, 189–195.
- Geisen, R., Lücke, F.K. and Kröckel, I.O., 1992. Starter and protective culture for meat and meat products. *Fleischwirtschaft*, 72, 894-898.
- 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. and 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, proteolytischen und lipolytischen Keime. *Fleischwirtschaft*, 66(10), 1248-1254.
- Gökalp, H.Y., Kaya M. ve Zorba Ö., 2004. Et ürünleri işleme mühendisliği. Atatürk Üniv. Yayın No: 786, Ziraat Fak. Yayın No: 320, Ders Kitapları Serisi, No: 70, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ofset Tesisi, Erzurum.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek Y. ve Zorba, Ö., 2001. Et ve ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu. Atatürk Üniv. Yayın No: 751, Ziraat Fak. Yayın No: 318, Ders Kitapları Serisi, No: 69, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ofset Tesisi, Erzurum.
- Gutsche, K.A., Tran, T.B.T. and Vogel, R.F., 2012. Production of volatile compounds by *Lactobacillus sakei* from branched chain α -keto acids. *Food Microbiology*, 29, 224-228.
- Gürakan, G. C., Bozoğlu, T. F. and Weiss, N., 1995. Identification of *Lactobacillus* strains from Turkish-style dry fermented sausages. *LWT-Food Science and Technology* 28, 139-144.
- Halász, A., 2009. Lactic acid bacteria. Food quality and standards- Vol.III, Budapest, Hungary.
- Hammes, W.P., Bantleon, A. and Min, S., 1990. Lactic acid bacteria in meat fermentation. *FEMS Microbiology Reviews*, 87, 165-174.
- Hugas, M. and Monfort, J.M., 1997. Bacterial starter cultures for meat fermentation. *Food Chemistry*, 59(4), 547-554.
- Hugas, M., Garriga, M., Aymerich, T. and Monfort, J.M., 1993. Biochemical characterization of lactobacilli from dry fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology*, 18, 107-113.
- Iacobellis, N.S., Lo Cantore, P., Capasso, F. and Senatore, F., 2005. Antibacterial activity of *Cuminum cyminum* L. and *Carum carvi* L. essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (1), 57-61.
- Jessen, B., 1995. Starter cultures for meat fermentations. In: *Fermented Meats*. (Edited by G. Campbell-Platt and P.E. Cook), 134-140. Blackie Academic & Professional. Glasgow G64 2NZ, UK.
- Kaban, G. and Kaya, M., 2006. Effect of starter culture on growth of *Staphylococcus aureus* in Sucuk. *Food Control*, 17 (10), 797-801.
- Kaban, G. and 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, M385-M388.

- Kaban, G. and Kaya, M. 2009a. Effects of *Lactobacillus plantarum* and *Staphylococcus xylosus* on the quality characteristics of dry fermented sausage "Sucuk". Journal of Food Science, 74(1), S58-S63.
- Kaban, G. and Kaya, M., 2009b. 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. and Bayrak, D., 2015. The effects of using Turkey meat on qualitative properties of heat-treated sucuk. Czech Journal of Food Science, 33(4), 377-383.
- Kaban, G. ve Kaya, M., 2010. Farklı proses şartlarında olgunlaştırılan sucukların uçucu bileşikleri ve diğer kalitatif özellikleri. TÜBİTAK- TOVAG 107O769 no'lu Proje Sonuç Raporu.
- Kaban, G., 2010. Volatile compounds of traditional Turkish dry fermented sausage (Sucuk). International Journal of Food Properties, 13 (3), 525-534.
- Kaban, G., 2013. Sucuk ve pastırma: Microbiological changes and formation of volatile compounds. Meat Science, 95, 912-918.
- Kaban, G., Kaya, M. and Lücke, F.K., 2012. Meat starter cultures. In: Encyclopedia of Biotechnology in Agriculture and Food, pp.1-4. Taylor&Francis, UK.
- Kargozari, M., Moini, S., Basti, A.A., Djomeh, Z.E., Gandomi, H., Martin, I.R., Ghasemlou, M. and Carbonell-Barrachina, A.A., 2014. Effect of autochthonous starter culcers isolated from Siahmazgi cheese on physicochemical, microbiological and volatile compounds profiles and sensorial attributes of sucuk, a Turkish dry-fermented sausage. Meat Science, 97,104-114.
- Karshoğlu, B., Çiçek, U.E., Kolsarıcı, N. and Candoğan, K., 2014. Lipolytic changes in fermented sausages produced with turkey meat: effects of starter culture and heat treatment. Korean Journal for Food Science of Animal Resources, 34(1),40-48.
- Kaya, M and 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 and Animal Science, 28 (6), 1121-1127 .
- Kaya, M. and Gökalp H. Y., 2004a. The Behavior of *Listeria monocytogenes* in sucuks produced with different lactic starter cultures. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 28 (6), 1113-1120.
- Kaya, M. ve Kaban, G., 2010. Fermente Et Ürünleri. Gıda Biyoteknolojisi, Ed. N. Aran, ss. 157-190, Nobel Yayıncılık, İstanbul.
- Kaya, M., Güllüce, M., Kaban, G., Çınar, K., Karadayı, M., Bozoğlu, C., Sayın, B. ve Alaylar, B., 2015. Geleneksel sucuklardan izole edilen laktik asit bakterisi ve koagülaz negatif stafilocok suşlarının starter kültür olarak kullanım imkanları. TAGEM-13/ARGE/7 (Gelişme Raporu), Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.
- Khalid, K., 2011. An overview of lactic acid bacteria. International Journal of Biosciences (IJB), Vol.1, No.3, p. 1-13, Selangor, Malaysia.
- König, H. and Fröhlich, J., 2009. Lactic Acid Bacteria. Biology of microorganisms on grapes, in must and wine. Editör Helmut König, Gottfried Uden, Jürgen Fröhlich, Chapter 1, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany.
- Kurt, S. and Zorba, Ö., 2012. Response surface evaluation of the sensory quality of turkish dry fermented sausage (sucuk) as affected by ripening period, nitrite level and heat treatment. International Journal of Food Engineering , 8(4).

- Kurt, Ş. and Zorba, Ö., 2009. The effects of ripening period, nitrite level and heat treatment on biogenic amine formation of "sucuk" - A Turkish dry fermented sausage . Meat Science ,82(2), 179-184.
- Kurt, Ş. and Zorba, Ö. 2010a. The microbiological quality of Turkish dry fermented sausage (sucuk), as affected by ripening period, nitrite level and heat treatment. Food Science And Technology Research, 16(3), 191-196.
- Kurt, Ş. and Zorba, Ö., 2010b. Effect of ripening period, nitrite level and heat treatment on the chemical characteristics of Turkish dry fermented sausage (sucuk). Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 23(8), 1105-1111.
- Kurt, Ş. and Zorba, Ö., 2011. Proximate composition of dry fermented Turkish sausage (sucuk) as affected by ripening period, nitrite level and heat treatment. International Journal of Food Engineering, 7(1).
- Landeta, G., Reveron, I., Carrascosa, A.V., De Las Rivas, B. and Munoz, R., 2011. Use of recA gene sequence analysis for the identification of *Staphylococcus equorum* strains predominant on dry cured hams. Food Microbiology, 28, 1205-1210.
- Lemon, D.W., 1975. An Improved TBA Test for Rancidity New Series Circular. No:51. Halifax-Laboratory, Halifax, Nova Scotia.
- Li., R. and Jiang, Z.T., 2004. Chemical composition of the essential oil of *Cuminum cyminum* L. from China. Flavour and Fragrance Journal, 19, 311-313.
- Lücke, 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.
- Marceau, A., Zagorec, M., Chaillou, S., Mera, T. and Champomier-Verges, M.C., 2004. Evidence for involvement of at least six proteins in adaptation of *Lactobacillus sakei* to cold temperatures and addition of NaCl. Applied and Environmental Microbiology, 70(12), 7260-7268.
- Marco, A, Navarro, J.L. and 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.
- Martin, B., Garriga, M., Hugas, M., Bover-Cid, S., Veciana-Nogues, M.T. and Aymerich, T., 2006. Molecular, technological and safety characterization of gram-positive catalase-positive cocci from slightly fermented sausages. International Journal of Food Microbiology, 107, 148-158.
- McGorin, R.J., 2011. The significance of volatile sulfur compounds in food flavors. In: Volatile sulfur compounds in food, M. Qian, X. Fan, and K. Mahattanatawee, Eds., ACS Symposium Series 1068, ACS Books, Washington, D.C., Chapter 1, pp. 3-31.
- McLeod, A., Zagorec, M., Champomier-Verges, M.C., Naterstad, K. and Axelsson, L., 2010. Primary metabolism in *Lactobacillus sakei* food isolates by proteomic analysis. BMC Microbiology, 10, 120-130.
- Min, B.,R., Nam, K.C., Cordray, J.C. and Ahn, D.U., 2008. Factors affecting oxidative stability of pork, beef and chicken meat. Animal Industry Report: AS 654, ASL R2257.
- Miralles, M.C., Flores, J. and Perez- Martinez, G., 1996. Biochemical tests for the selection of *Staphylococcus* strains as potential meat starter cultures. Food Microbiology, 13(3), 227-236.

- Montanari, C., Bargossi, E., Gardini, A., Lanciotti, R., Magnani, R., Gardini, F. and Tabanelli, G., 2016. Correlation between volatile profiles of Italian fermented sausages and their size and starter culture. *Food Chemistry*, 192, 736-744.
- Ockerman, H.V. and Basu, L., 2007. Production and consumption of fermented meat product. In: *Handbook of fermented meat and poultry*. Ed Fidel Toldrá, pp. 9-16, Blackwell Publishing Professional, USA.
- Ojha, K.S., Kerry, J.P., Duffy, G., Beresford, T. and Tiwari, B.K., 2015. Technological advances for enhancing quality and safety of fermented meat products. *Trends in Food Science and Technology*, 44, 105-116.
- Olivares, A., Navarro, J.L. and Flores, M., 2009. Establishment of the contribution of volatile compounds to the aroma of fermented sausages at different stages of processing and storage. *Food Chemistry*, 115, 1464-1472.
- Ordóñez, J.A., Hierro, E.M., Bruna, J.M. and Hoz, L., 1999. Changes in the components of dry-fermented sausages during ripening. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 39(4), 329-367.
- Özdemir, H., 1999. Türk fermente sucuğunun florasındaki dominant laktobasil türlerinin sucuğun organoleptik nitelikleri ile ilişkisi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 46, 189-198.
- Ramirez, R. and Cava, R., 2007. Volatile profiles of dry-cured meat products from three different Iberian x duroc genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 1923-1931.
- Resconi, V., Escudero, A. and Campo, M.M., 2013. The development of aromas in ruminant meat. *Molecules*, 18, 6748-6781.
- Rodriguez, M., Nunez, F., Cordoba, J.J., Bermudez, E. and Asensio, M.A., 1996. Gram positive cocci from dry cured ham and their enterotoxigenic potential. *Applied Environmental and Microbiology*, 62(6).
- Rödel, W., 1985. Rohwurstreifung-Klima und andere Einflussgrößen. In: *Mikrobiologie und Qualität von Rohwurst und Rohschinken*. Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, S. 60-84.
- Sidira, M., Kandyli, P., Kanellaki, M. and Kourkoutas, Y., 2015. Effect of immobilized *Lactobacillus casei* on volatile compounds of heat treated probiotic dry-fermented sausages. *Food Chemistry*, 178, 201-207.
- Sinz, Q., 2011. Aminosäure- und Peptidstoffwechsel von *Lactobacillus sakei*: Analytische und biochemische Untersuchungen zur Bildung von aromarelevanten Verbindungen. Technische Universität München, Fachgebiet Biotechnologie der Naturstoffe. Dissertation.
- Soyer, A., 2002. Fermente et ürünlerinde kaliteyi etkileyen iç faktörler. *Gıda*, 27(1), 15-19.
- 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. and 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. and 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.
- Stiles, M. E. and Holpzapfel, W.H., 1997. Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. *International Journal of Food Microbiology* 36, 1-29.
- Tayar, M. 1989. Yerli sucuklarımızın pastörize olarak üretilmeleri üzerine bir araştırma. Uludağ Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Bursa.
- Tayar, M., 1994. Türk sucuğuna uygulanan ısıl işlemlerin kaliteye etkisi. *Gıda*, 19(1), 17-21.
- Tilsala-Timişjärvi, A. and Alatossava, T., 1997. Development of oligonucleotide primers from the 16S-23S rRNA intergenic sequences for identifying different dairy and probiotic lactic acid bacteria by PCR. *International Journal of Food Microbiology*, 35, 49-56.
- Toldra, F., Sanz, Y. and 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. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Y.Lisans Tezi, Ankara.
- Tremonte, P., Reale, A., Di Renzo, T., Tipaldi, L., Di Luccia, A., Coppola, R., Sorrentino, E. and Succi, M., 2010. Interactions between *Lactobacillus sakei* and CNC (*Staphylococcus xylosus* and *Kocuria varians*) and their influence on proteolytic activity. *Letters in Applied Microbiology*, 51, 586-594.
- Turantaş, F., 1999. Fermentasyonda rol oynayan mikroorganizmalar. *Gıda Mikrobiyolojisi*. Editör: Adnan Ünlütürk ve Fulya Turantaş, Bölüm 18, ss.92, Mengi Tan Basımevi, Çınarlı-İzmir.
- Vural H., 1998. The use of commercial starter cultures in the production of Turkish semi-dry fermented sausages. *Z. Lebensm. Unters. Forsch. A.*, 207, 410-412.
- Vural, H. ve Öztan, A., 1992. Türk sucuklarında ticari starter kültür kullanımı üzerine araştırmalar. *Gıda*, 17(1), 53-60.
- Wang, X.H., Ren, H.Y., Liu, D.Y., Zhu, W.Y. and Wang, W., 2013. Effect of inoculating *Lactobacillus sakei* starter cultures on the microbiological quality and nitrite depletion of Chinese fermented sausages. *Food Control*, 32, 591-596.
- Yürür, C., 2007. Isıl işlem uygulanmış sucuklarda nitrit miktarının renk oluşumuna etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y.Lisans Tezi, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

1992 yılında Erzurum’da doğdu. Lise eğitimini Erzurum Merkez Anadolu Lisesinde 2010 yılında tamamladı. 2010 yılında Erzurum Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde lisans eğitimine başladı ve 2014 yılında mezun oldu. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda başlamış olduğu yüksek lisans eğitimine başladı. Halen Erzurum Büyükşehir Belediyesi’nde gıda mühendisi olarak görev yapmaktadır.

