

T.C.  
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**PROBİYOTİK KÜLTÜR KULLANILARAK ÜRETİLEN  
SUCUĞUN UÇUCU BİLEŞİK PROFİLİ VE DİĞER BAZI  
KALİTATİF ÖZELLİKLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İrem Ece KAYAR**

**Gastronomi ve Mutfak Sanatları Anabilim Dalı**

**Gastronomi ve Mutfak Sanatları Tezli Yüksek Lisans Programı**

**ARALIK 2024  
İSTANBUL**

T.C.  
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**PROBİYOTİK KÜLTÜR KULLANILARAK ÜRETİLEN  
SUCUĞUN UÇUCU BİLEŞİK PROFİLİ VE DİĞER BAZI  
KALİTATİF ÖZELLİKLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İrem Ece KAYAR  
(231247003)  
0009-0001-5701-2294**

**Gastronomi ve Mutfak Sanatları Anabilim Dalı**

**Gastronomi ve Mutfak Sanatları Tezli Yüksek Lisans Programı**

**Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Barış YALINKILIÇ  
İkinci Danışman: Prof. Dr. Güzin KABAN**

**İstanbul 2024**



**T.C.**  
**İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ**  
**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü**

**Jüri Tez Onay Formu**

26.12.2024

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ**

Bu çalışma 26.12.2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gastronomi ve Mutfak Sanatları Anabilim Dalı, Gastronomi ve Mutfak Sanatları (Tezli Yüksek Lisans) Programı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

**TEZ JÜRİSİ**

**Dr. Öğr. Üyesi Dr. Barış YALINKILIÇ**

Danışman

İstanbul Gedik Üniversitesi

**Prof. Dr. Birol ÖZKALP**

Üye (İmza)

İstanbul Gedik Üniversitesi

**Prof. Dr. Mükerrerem KAYA**

Üye (İmza)

Atatürk Üniversitesi

## YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuğun uçucu bileşik profili ve diğer bazı kalitatif özellikleri” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullandıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını, patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım. (26/12/2024)

İrem Ece KAYAR



## ÖNSÖZ

Tez çalışmamın, fikir aşamasından tamamlanma sürecine kadar destek ve yardımlarını benden esirgemeyen sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Barış YALINKILIÇ'a, çalışma boyunca ki rehberliği, tavsiyeleri ve destekleri için Prof.Dr. Güzin KABAN hocama, çalışmanın gerçekleştirilmesinde desteklerini esirgemeyen değerli Prof. Dr. Mükerrerem KAYA hocama sonsuz teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Çalışma süresi boyunca benden bilgilerini ve yardımlarını esirgemeyen hayat arkadaşım sevgili eşim Burak KAYAR'a ve tüm ailesine teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Ayrıca, bugünlere ulaşmamda en büyük paya sahip olan sevgili Annem Sabiha SAĞLAM'a en kalbi şükranlarımı sunuyorum.

Oğlum İzber Kemal KAYAR ve kızım Zeynep Melisa KAYAR'a gelecekte eğitim hayatlarında örnek olması ve ışık tutması dileğiyle.

Aralık 2024

İrem Ece KAYAR

---

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER .....	v
KISALTMALAR .....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT.....	xii
<b>1 GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2 GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>4</b>
2.1 Sucuğun Tanımı ve Tarihçesi.....	4
2.2 Sucuk ve Diğer Fermente Sosislerde Probiyotik Kültür Kullanımına Yönelik Çalışmalar .....	5
<b>3 MATERYAL VE METOT .....</b>	<b>9</b>
3.1 Materyal .....	9
3.2 Metot .....	9
3.2.1 Sucuk Üretimi.....	9
3.2.2 Analizler .....	10
3.2.2.1 pH Değerinin Belirlenmesi .....	10
3.2.2.2 $a_w$ Değerinin Belirlenmesi .....	10
3.2.2.3 Tiyoobarbütirik Asit Reaktif Maddelerinin (TBARS) Belirlenmesi ....	10
3.2.2.4 Renk Değerlerinin Belirlenmesi .....	10
3.2.2.5 Mikrobiyolojik Analizler .....	10
3.2.2.6 Duyusal Analiz .....	11
3.2.2.7 Uçucu bileşiklerin belirlenmesi .....	11
3.2.2.8 İstatistikî Analizler.....	12
<b>4 BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>13</b>
4.1 pH Değeri .....	13
4.2 $a_w$ Değeri .....	15
4.3 TBARS .....	17
4.4 $L^*$ , $a^*$ ve $b^*$ Değerleri.....	20
4.5 Laktik Asit Bakteri .....	23
4.6 Probiyotik Mikroorganizma Sayısı .....	25
4.7 Micrococcus/Staphylococcus Sayısı .....	28
4.8 Enterobacteriaceae sayısı .....	30
4.9 Maya-Küf Sayısı .....	31
4.10 Duyusal Analiz Sonuçları .....	32
4.11. Uçucu Bileşikler.....	37
<b>5 SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>61</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>64</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>70</b>

## KISALTMALAR

<b>SPSS</b>	: Statistical Package for the Social Sciences
<b>KOB</b>	: Koloni Oluşturan Birim
<b>MDA</b>	: Malondialdehit
<b>TBARS</b>	: Tiyobarbütirik Asit Reaktif Maddeler



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

<b>Çizelge 3.1:</b>	Duyusal Analiz Panel Formu.....	11
<b>Çizelge 4.1:</b>	Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen pH değerleri.....	13
<b>Çizelge 4.2:</b>	Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	14
<b>Çizelge 4.3:</b>	Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma test sonuçları .....	15
<b>Çizelge 4.4:</b>	Depolama değişkenine ait pH değeri ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	15
<b>Çizelge 4.5:</b>	Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen $a_w$ değerleri.....	15
<b>Çizelge 4.6:</b>	Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen $a_w$ değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	16
<b>Çizelge 4.7:</b>	Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen $a_w$ değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	16
<b>Çizelge 4.8:</b>	Depolama değişkenine ait $a_w$ değeri ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	17
<b>Çizelge 4.9:</b>	Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen TBARS değerleri.....	17
<b>Çizelge 4.10:</b>	Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	18
<b>Çizelge 4.11:</b>	Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen TBARS değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	19
<b>Çizelge 4.12:</b>	Depolama değişkenine ait TBARS değeri ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	19
<b>Çizelge 4.13:</b>	Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen $L^*$ , $a^*$ ve $b^*$ değerleri .....	21
<b>Çizelge 4.14:</b>	Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen $L^*$ , $a^*$ ve $b^*$ değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	21
<b>Çizelge 4.15:</b>	Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen $L^*$ , $a^*$ ve $b^*$ değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	22
<b>Çizelge 4.16:</b>	Depolama deTRğişkenine ait $L^*$ , $a^*$ ve $b^*$ değeri ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	23

<b>Çizelge 4.17:</b> Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen laktik asit bakteri sayısı.....	23
<b>Çizelge 4.18:</b> Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen laktik asit bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları .....	24
<b>Çizelge 4.19:</b> Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen laktik asit bakteri sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	24
<b>Çizelge 4.20:</b> Depolama değişkenine ait laktik asit bakteri sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	25
<b>Çizelge 4.21:</b> Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen probiyotik mikroorganizma sayıları..	25
<b>Çizelge 4.22:</b> Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen probiyotik mikroorganizma sayılarına ait varyans analiz sonuçları .....	26
<b>Çizelge 4.23:</b> Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen probiyotik mikroorganizma sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	27
<b>Çizelge 4.24:</b> Depolama değişkenine ait probiyotik mikroorganizma sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	27
<b>Çizelge 4.25:</b> Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayıları	28
<b>Çizelge 4.26:</b> Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayılarına ait varyans analiz sonuçları .....	29
<b>Çizelge 4.27:</b> Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	29
<b>Çizelge 4.28:</b> Depolama değişkenine ait probiyotik mikroorganizma sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	30
<b>Çizelge 4.29:</b> Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen Enterobacteriaceae sayıları .....	30
<b>Çizelge 4.30:</b> Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen maya- küf sayıları.....	31
<b>Çizelge 4.31:</b> Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen maya- küf sayılarına ait varyans analiz sonuçları .....	31
<b>Çizelge 4.32:</b> Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen maya- küf sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	32
<b>Çizelge 4.33:</b> Depolama değişkenine ait maya- küf sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	32
<b>Çizelge 4.34:</b> Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen duyu analizi değerleri .....	33
<b>Çizelge 4.35:</b> Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen duyu analizi değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	34
<b>Çizelge 4.36:</b> Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen duyu analizi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları .....	35

<b>Çizelge 4.37:</b> Depolama değişkenine ait duyusal analiz değeri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma test sonuçları .....	36
<b>Çizelge 4.38:</b> Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen uçucu bileşiklere ait değerler (Arbitrary Area Units $\times 10^{-6}$ ) .....	38
<b>Çizelge 4.39:</b> Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen uçucu bileşiklere ait varyans analiz sonuçları .....	49
<b>Çizelge 4.40:</b> Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen uçucu bileşiklere ait Duncan Çoklu Karşılaştırma test sonuçları .....	58



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

<b>Şekil 4.1:</b>	Sucuğun TBARS değeri üzerine muamele x depolama süresi interaksiyonunun etkisi.....	20
<b>Şekil 4.2:</b>	Sucuğun tekstür parametresi üzerine muamele x depolama süresi interaksiyonunun etkisi.....	36
<b>Şekil 4.3:</b>	Sucuğun tat parametresi üzerine muamele x depolama süresi interaksiyonunun etkisi.....	37

## PROBİYOTİK KÜLTÜR KULLANILARAK ÜRETİLEN SUCUĞUN UÇUCU BİLEŞİK PROFİLİ VE DİĞER BAZI KALİTATİF ÖZELLİKLERİ

### ÖZET

Araştırmada, sucuk üretiminde probiyotik kültür (*Lacticaseibacillus casei* 431) kullanımının, ürünün depolama süresince fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Üç sucuk grubu (Grup 1: starter kültür (*Latilactobacillus sakei* S15 + *Staphylococcus xylosus* GM92); grup 2: probiyotik kültür (*L. casei* 431); grup 3: starter kültür + probiyotik kültür (*L. sakei* S15 + *S. xylosus* GM92 + *L. casei* 431) üretilmiştir. Örnekler vakum uygulanarak ambalajlandıktan sonra soğukta muhafaza edilmiştir. Soğukta muhafazanın 0., 30. ve 60. günlerinde alınan örnekler analizlere tabi tutulmuştur. Sonuçlara göre mikrobiyal kültür faktörü sucuk örneklerinin pH, L\*, a\*, TBARS, koku, tat ve genel kabul edilebilirlik değerleri ile laktik asit bakterisi, *Micrococcus/Staphylococcus*, maya-küf ve *L. casei* sayıları üzerinde etkili olmuştur (P<0.01). Buna karşın bu faktör, su aktivitesi, b\*, renk ve tekstür parametreleri üzerinde önemli (P>0.05) etkiye sahip değildir. Depolama periyodu faktörü ise örneklerin TBARS, L\* değeri, laktik asit bakterisi (P<0.05) ve *L. casei* (P<0.01) parametreleri üzerinde önemli etki sergilemiştir, ancak depolama periyodunun incelenen diğer parametreler üzerinde önemli etkisi (P>0.05) olmamıştır. Örneklerde 9 farklı kimyasal gruba giren 48 bileşik belirlenmiştir. Hekzanal açısından en düşük ortalama değeri probiyotik kültür grubu vermiştir. Asetik asit ise mikrobiyal kültür kullanımından etkilenmemiştir. En yüksek ortalama asetik asit değeri 90.günde belirlenmiştir. Sülfürlü bileşikler ve terpenler hem kültür hem de depolama süresinden genellikle etkilenmemiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Probiyotik sucuk, Probiyotik kültür, Starter kültür, Uçucu bileşik.*

## VOLATILE COMPOUND PROFILE AND SOME OTHER QUALITATIVE PROPERTIES OF SUCUK PRODUCED USING PROBIOTIC CULTURE

### ABSTRACT

The aim of the study was to investigate the effects of the use of probiotic culture (*Lacticaseibacillus casei* 431) in sucuk production on the physical, chemical, microbiological and sensory properties of the product during storage. Three sucuk groups (Group 1: starter culture (*Latilactobacillus sakei* S15 + *Staphylococcus xylosus* GM92); Group 2: probiotic culture (*L. casei* 431); Group 3: starter culture + probiotic culture (*L. sakei* S15 + *S. xylosus* GM92 + *L. casei* 431) were produced. The samples were packaged by applying vacuum and then stored in the cold. Samples taken on the 0th, 30th and 60th days of cold storage were subjected to analysis. According to the results, microbial culture factor had an effect on pH, L\*, a\*, TBARS, odor, taste and overall acceptability scores of sucuk samples, as well as the counts of lactic acid bacteria, *Micrococcus/Staphylococcus*, yeast-mold and *L. casei* ( $P < 0.01$ ). However, this factor had no significant impact ( $P > 0.05$ ) on water activity, b\* value, color, or texture parameters. The storage period notably affected the TBARS, L\* value and lactic acid bacteria ( $P < 0.05$ ) and *L. casei* counts ( $P < 0.01$ ), whereas it did not significantly alter other examined parameters ( $P > 0.05$ ). 48 compounds belonging to 9 different chemical groups were determined in the samples. The lowest mean value for hexanal was given by the probiotic culture group. Acetic acid was not affected by the use of microbial culture. The highest mean acetic acid value was determined on day 90. Sulfur compounds and terpenes were generally not affected by both culture and storage time.

**Keywords:** *Probiotic sucuk, Probiotic culture, Starter culture, Volatile compounds.*

## 1 GİRİŞ

Türkiye’de sucuk üretimi geleneksel olarak yapılabildiği gibi endüstriyel olarak da yaygın bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Bununla birlikte geleneksel üretimde fermantasyon spontan mikrobiyotanın varlığına göre şekillenirken, endüstriyel üretimlerde starter kültür kullanımına dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. Ayrıca endüstriyel üretimde ürünler vakum ambalaj altında veya dilimlenmiş vaziyette modifiye atmosfer ambalaj altında soğuk zincirde piyasaya sürülmektedir. Sucuk ve benzeri fermente et ürünlerinin üretiminde laktik asit bakterileri teknolojik açıdan önem arz eden mikroorganizmalardır. Bu mikroorganizmalar aynı zamanda fonksiyonel özellik de gösterebilmekte ve probiyotik özellikleri ile öne çıkmaktadır. İnsan sağlığı açısından büyük öneme sahip olan probiyotik mikroorganizmalar, genellikle süt ürünlerinde ticari olarak ürüne dönüştürülürken, işlenmiş et ürünlerinde bu endüstrileşme henüz sağlanamamıştır.

Tüketicilerin daha sağlıklı gıdalara olan talebinin artışına bağlı olarak fonksiyonel gıdalar kavramı ortaya çıkmıştır. Fonksiyonel gıdalar, besin içeriğinin yanı sıra sağlık üzerinde olumlu etkileri olan bileşenleri içeren gıdalar olarak tanımlanmaktadır. Bu gıdalar içerisinde probiyotik gıdaların önemi gün geçtikçe artmaktadır. Probiyotikler, yeterli miktarlarda alındığında konakçı sağlığı üzerinde olumlu etkiler gösteren canlı mikroorganizmalardır (FAO, 2006). Bu mikroorganizmalar doğrudan gıdaya ilave edilerek organizmaya taşınabildiği gibi toz, kapsül veya tablet halinde diyet takviyesi olarak da tüketime sunulabilmektedir (Cocconcelli ve Fontana, 2008). Probiyotik gıdalar fonksiyonel gıda pazarının %70’ini oluşturmaktadır (Bis-Souza vd., 2019a). 1990’lı yıllarda probiyotik süt ürünleri ile başlayan sağlığa ve sağlıklı yaşama odaklı gıdalara yönelimin hızla artması, probiyotik et ürünlerinin geliştirilmesine olan ilgiyi de artırmıştır. Probiyotik kavramı, tüketici tarafından canlı probiyotik mikroorganizmaların uygun miktarlarda alınmasını gerektirdiğinden fermente sosisler probiyotikler için uygun bir matriks olarak değerlendirilmektedir (Bağdatlı ve Kundakçı, 2013; Kröckel, 2013; Khan vd., 2011; Bis-Souza vd., 2019a; Pavli vd., 2020). Diğer taraftan fermente sosislerin

gastrointestinal sistemde probiyotik laktik asit bakterileri için koruyucu özellik gösterebileceği de belirtilmektedir (Klingber ve Budde, 2006; Khan vd., 2011; Radulovic vd., 2011; Pavli vd., 2020). Bu ürünlerin probiyotik mikroorganizmaların canlılıklarını sürdürebilmesinde uygun ortam olmalarının lipitleri ile hücreler üzerinde koruyucu etkisinden kaynaklandığını belirtmektedir (Bis-Souza vd., 2019a; 2020). Bununla birlikte yüksek tuz seviyesi, düşük pH ve düşük su aktivitesi gibi faktörler fermente sosislerde probiyotik mikroorganizmaların canlılığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (De Vuyst vd., 2008; Khan vd., 2011; Bis-Souza vd., 2019a; 2020; Pavli vd., 2020). Probiyotik mikroorganizmalar fermente sosislerin duyuşal özellikleri üzerinde de etkili olabilmektedir. Bu nedenle suş seçiminde probiyotik özelliklerin yanı sıra duyuşal özellikler de dahil ürünün karakteristik özelliklerine etkisinin de dikkate alınması gerekmektedir (Khan vd., 2011; Radulović vd., 2011; Kolozyn-Krajewska ve Dolatowski, 2012; Trzaskowska vd., 2014). En yaygın kullanılan probiyotik mikroorganizmalar *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* cinslerine ait suşlardır. Bunun yanı sıra az oranda da olsa *Enterococcus* ve *Pediococcus* cinslerine ait mikroorganizmalar da probiyotik kültür olarak kullanılabilir. Probiyotiklerden aynı zamanda biyokoruyucu olarak da yararlanılabilmektedir (Cavalheiro vd., 2015). Ayrıca probiyotik laktik asit bakterilerinin starter kültür olarak kullanılabilme imkanlarına yönelik çalışmalar da mevcuttur (Kolozyn-Krajewska ve Dolatowski 2012; Rubio vd., 2013; Arief vd., 2014; Agüero vd., 2020; Liu vd., 2024). Bunun yanı sıra probiyotik mikroorganizmaların fermente sosislerde prebiyotikler ile birlikte kullanılması yönünde de çalışmalar yürütülmüştür (Coelho vd., 2019; Bis-Souza vd., 2019b; Sirini vd., 2020; Kozan ve Sarıçoban, 2023).

Probiyotik et ürünlerinin üretiminde bağırsak mikrobiyotasından izole/identifiye edilen probiyotik özelliklere sahip suşlar ile fermente et ürünlerinden elde edilen probiyotik suşlar kullanılabilir. Ancak bu suşların proses koşullarına ve depolama şartlarına dayanıklılığının belirlenmesi gerekmektedir (Kolozyn-Krajewska ve Dolatowski, 2012; Holko vd., 2013; Neffe-Skocińska vd., 2016).

Bu araştırmada, ülkemizdeki fermente sosis ürün çeşitliliğinin ve yeni ürün geliştirme potansiyelinin artırılması amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak probiyotik sucuk üretiminde probiyotik kültür kullanımının üründe meydana

getirdiği değişimler incelenmiştir. Araştırmada starter kültürlü ve kültürsüz probiyotik sucukların üretimi gerçekleştirilmiş ve ayrıca sadece starter kültür içeren sucuk grubu da üretilmiştir. Sucuk gruplarının teknolojik ve duyuşal açıdan önemli özellikleri incelenmiş ve ayrıca ileri kromatografik analiz tekniklerinden de yararlanılarak ürün bileşimine dair uçucu bileşik analizi yapılmıştır. Ayrıca mikrobiyolojik özellikleri de belirlenmiştir.



## 2 GENEL BİLGİLER

### 2.1 Sucuğun Tanımı ve Tarihçesi

Yeryüzünde her toplum sosyal, kültürel, inanç ve ekonomik farklılıklardan dolayı farklı mutfak kültürüne sahiptir. Farklı iklim ve coğrafyalarda yaşamış ve farklı medeniyetlerden etkilenmiş ve yıllarca İslam'ın bayraktarlığını yapmış olan Anadolu Türk toplumunda da kendine has bir mutfak kültürü oluşmuştur. 10. yüzyıldan itibaren başlayan göç ve İslamlaşma süreci Türk mutfağına yeni özellikler kazandırmıştır. Bu mutfak kültürü Osmanlı döneminde pek çok mutfak kültüründen de etkilenmiş ancak Türk toplumunun kırmızı çizgisi genellikle din oluşturmuştur. Uzun süre muhafaza edilmeleri nedeniyle sucuk ve pastırma, göçebe hayatının bir gereği olarak Türk mutfağında önemli bir konuma gelmiştir (Közleme, 2012). Günümüzde de hem sucuk hem de pastırma Türk mutfağındaki yerini korumaktadır.

Fermantasyon, gıdalarda bozulmaya sebep olan mikroorganizmalar ile gıda kaynaklı patojen mikroorganizmaların çoğalmasını engellemek, gıdanın lezzetini ve genel beğeni düzeyini artırmak ve soğutma uygulanmaksızın muhafaza etmek amacıyla geliştirilen bir yöntemdir (Yılmaz, 2016). Fermantasyonu müteakiben uygulanan kurutma ile ürünün dayanıklılığı daha da artırılmaktadır. Fermente sosisler genellikle kuru ve yarı kuru fermente sosisler olmak üzere iki grup altında toplanmaktadır. Kuru fermente sosislerde herhangi bir ısı işlem söz konusu değildir. Buna karşın yarı kuru fermente sosislerde ısı işlemi de yer verilebilmektedir (Caplice ve Fitzgerald, 1999). Bu ürünlerde laktik asit bakterileri ve Gram (+) katalaz (+) koklar teknolojik açıdan önem arz eden mikroorganizmalar olup ürün mikrobiyotasının iki önemli bileşenidir. Laktik asit bakterileri, asit üreterek hem ürün güvenliğinin sağlanmasında hem de ürünün tekstür ve renk gibi duyuşal özelliklerinin gelişiminde etkili olmaktadır. Gram (+), katalaz (+) koklar ise nitrat redüktaz aktiviteleri ile renk oluşumu ve stabilitesinde, katalaz aktiviteleri ile oksidasyonun geciktirilmesinde ve proteolitik/lipolitik özellikleri ile aroma oluşumunda etkili olmaktadır. Her iki mikroorganizma grubundan seçilmiş özel suşlar tekli veya çoklu olarak starter kültür olarak endüstriyel üretimde



Klingberg vd., 2005; Holoko vd., 2013; Rubio vd., 2014a; 2014b; 2014c; Trzaskowska vd., 2014; Wójciak vd., 2017; Najjari vd., 2020; Pavli vd., 2020) imkanları üzerine araştırmalar yapılmıştır. Et endüstrisinde yaklaşık yirmi yıl önce probiyotik et ürünleri üretimine yönelik araştırmalara başlanmıştır (Cavalheiro vd. 2015). Ancak endüstride gerek ticari probiyotik kültür üretimi ve gerekse probiyotik et ürünleri üretimi henüz arzu edilen düzeyde değildir (Agüero vd., 2020).

Sucukta probiyotik mikroorganizmaların kullanımına yönelik ilk çalışma Öztürk Er (2002) tarafından gerçekteştirilmiş ve çalışmada *Lactobacillus acidophilus* La-5 ve *Bifidobacterium lactis* Bb-12 suşlarının sucuk üretiminde kullanım imkanları incelenmiştir. Araştırma sonucunda, fermantasyon sırasında probiyotik ve/veya starter kültürlerin mevcudiyetinde yeterli bir asitleşmenin gerçekteşmesinden dolayı gruplar arasında pH değeri açasından önemli farklılıkların olmadığı, probiyotik içeren örneklerde Enterobacteriaceae sayısının daha erken saptanabilir sınırın altına düştüğü, en yüksek kalıntı nitrit miktarını kontrol grubunun verdiği, gruplar arasında enstrümental renk değerleri ve duyuşal özellikler açasından da istatistiki açıdan önemli bir değişimin gözlenmediği belirlenmiştir. Aynı suşlar ile yürütölen diğer bir araştırmada ise ambalajlama (vakum, %50 N<sub>2</sub> + %50 CO<sub>2</sub> veya %100 CO<sub>2</sub>), depolama sıcaklığı (4 ve 10 °C) ve depolama süresinin starter/probiyotik kültürlü ve kontrol grubu dilimlenmiş sucuk örneklerinin bazı mikrobiyolojik özellikleri ile lipit oksidasyonu ve renk değerlerine etkileri incelenmiştir. Analizler sonucunda depolama sıcaklığının mikrobiyolojik özellikler üzerinde etkisinin olmadığı ancak depolama süresi ilerledikçe bakteri sayılarının azaldığı ancak hiçbir örnekte sayının 10<sup>6</sup> kob/g'ın altında olmadığı rapor edilmiştir. Ayrıca probiyotik ilavesi ve depolama süresi faktörlerinin renk değerlerinde azalmaya neden olduğu da bildirilmiştir (Kaya ve Aksu, 2005). Sucuk üzerinde yürütölen diğer bir çalışmada ise *Lactobacillus casei* CRL 431 ve *L. acidophilus* LA-5 suşlarının ayrı ayrı veya birlikte kullanılarak üretilen ve 8 ay soğukta muhafaza edilen örneklerin mikrobiyolojik özellikleri ve biyojen amin içerikleri belirlenmiş ve depolama süresince biyojen amin içeriğinin (histamin, putresin, kadaverin ve tiramin) arttığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada tüm örneklerde probiyotik mikroorganizma sayısının gıdalar için önerilen sınır değer olan 6 log kob/g'ın üzerinde olduğu da rapor edilmiştir (Ergönöl ve Kundakçı, 2011).

Fermente sosislerde hamurun yağ oranı ve etin parçalanma derecesi fermantasyon ve kurutma üzerinde etkili olan iki önemli i faktördür (Gökalp vd.,

2012). Sucuk üzerinde yapılan bir çalışmada üç farklı yağ oranı (%20, 25 ve 30) ve üç farklı ayna çapı (3, 5 ve 8 mm) kullanılarak probiyotik sucuk üretimi gerçekleştirilmiş ve örnekler bazı analizlere tabi tutulmuştur. Araştırmada probiyotik kültür olarak *Lactobacillus casei* CRL431 suşu, starter kültür olarak ise ticari bir starter kültür preparatı kullanılmıştır. Bu çalışmada yağ seviyesi x ayna çapı faktörünün örneklerin sertlik değeri üzerinde önemli bir etki gösterdiği, olgunlaşma sonunda probiyotik suş sayısının  $10^6$  kob/g düzeyinde olduğu, TBARS değerinin artış gösterdiği, %20 yağ seviyesi ve 3 mm'lik ayna kombinasyonu uygulanarak üretilen sucuk gruplarının duyuşal açıdan en iyi sonucu verdiği rapor edilmiştir (Bağdatlı ve Kundakçı, 2016).

Mikroenkapsüle *Lactobacillus rhamnosus* kullanımının sucuğun aroması ve diğer kalitatif özelliklerine etkisini belirlemek üzere planlanan bir araştırmada, üretilen örnekler 6 ay süre ile depolanmış ve 6 aylık depolama sonunda, probiyotik bakteri sayısında *L. rhamnosus* içeren sucuk grubunda yaklaşık 1,0 log kob/g, mikrokapsüllenmiş *L. rhamnosus* içeren sucukta ise 0,20 log kob/g azalma rapor edilmiştir. Aynı çalışmada örneklerde, aldehitler, asitler, alkoller, esterler, fenoller, kükürtlü bileşikler ve terpenler olmak üzere 7 farklı kimyasal gruba sahip toplam 60 bileşik belirlenmiştir. Sonuç olarak genel aroma karakteristikler açısından mikroenkapsüle *L. rhamnosus* kullanılarak üretilen probiyotik sucuğun daha iyi sonuçlar verdiği rapor edilmiştir (Ünal Turhan vd. 2017a).

*L. rhamnosus*, tepki yüzey metodolojisi kullanılarak optimum kaplama malzemesi kombinasyonu ile mikrokapsüllenmiş ve daha sonra sucuk üretiminde probiyotik kültür olarak kullanılmıştır. Mikrokapsülleme, *L. rhamnosus*'u sucuk bileşimindeki gastrik ve diğer stres koşullarına karşı korumuştur. Mikrokapsüllenmiş *L. rhamnosus* ile sucuk üretiminin, tekstürel, fizikokimyasal ve duyuşal özellikler açısından geleneksel sucuğa benzer olduğu belirlenmiştir. Sucuğa probiyotiklerin eklenmesi, laktik asit bakterileriyle ilişkili sağlık yararlarını artırmış ve bu tür ürünlerin tüketiminin artmasına katkıda bulunmuştur (Ünal Turhan vd. 2017b).

Mikroenkapsüle *L. rhamnosus*'un sucuk üretiminde kullanıldığı bir araştırmada, söz konusu kültürün depolama sırasında ürünün biyojen amin seviyesine etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda enkapsülasyon işleminin *L. rhamnosus*'un canlılığını koruduğu, depolama süresi ilerledikçe (4 °C'de 6 ay) biyojen amin

miktarının arttığı, *L. plantarum* ile birlikte kullanılan *L. rhamnosus*' un biyojen amin miktarını önemli ölçüde azalttığı rapor edilmiştir (Ünal Turhan vd., 2019).

Sucuk formülasyonu ve sucuk üretim teknolojisi uygulanarak üretilen, ancak fermente salam olarak adlandırılan probiyotik bir ürün üzerinde yürütülen bir araştırmada, altı farklı formülasyon (kontrol, starter kültür, *Lactobacillus rhamnosus* 32 200B, *Lactobacillus plantarum* 115 400B, *Bifidobacterium lactis* BB12, *L. rhamnosus* 32 200B + *L. plantarum* 115 400B) uygulanmıştır. Soğukta muhafaza süresince (60 gün) örneklerin bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin incelendiği bu araştırma sonucunda, probiyotik ilave edilen örneklerde laktik asit bakteri sayısının 6 log kob/g'ın üzerinde olduğu, probiyotik kullanımının örneklerin kimyasal, fiziksel ve duyusal özelliklerine olumlu etki gösterdiği, depolama süresince probiyotikli ürünlerin diğer ürünlerden daha yüksek tekstür, lezzet, renk ve genel kabul edilebilirlik puanları aldığı rapor edilmiştir (Tükel ve Şengün, 2024).

Farklı oranlarda (%0, 1, 2,5 ve 5,0) yulaf kepeği ilavesi ve probiyotik suş kullanımının (kontrol, *Lactobacillus acidophilus* DCM 20079, *Lactobacillus casei* 431, *Lactobacillus acidophilus* NCFM) sucuğun bazı kalitatif özelliklerine etkilerine yönelik yürütülen bir çalışmada, depolama süresinin etkisi de incelenmiştir. Analizler sonucunda probiyotik suşların sucukta yüksek sayılara ulaştığı (8-9 log kob/g), yulaf kepeği ve probiyotik suş kullanımının TBARS değerini artırdığı, %5 yulaf kepeği kullanımının *L. acidophilus* NCFM'nin canlılığını sürdürmesine katkıda bulunduğu ve hatta maya ve küf sayısını düşürdüğü bildirilmiştir (Kozan ve Sarıçoban, 2023).

### 3 MATERYAL VE METOT

#### 3.1 Materyal

Sucuk üretiminde hammadde olarak sığır eti ve et yağı kullanılmıştır. Araştırma 3 kez tekrar edildiğinden 3 farklı sığır karkasından alınan et ve et yağı kullanılmıştır. Starter kültür olarak *Lactilactobacillus sakei* S15 (Kaya vd., 2015) ve *Staphylococcus xylosus* GM92 (Kaban ve Kaya, 2008) suşları, probiyotik kültür olarak ise ticari bir probiyotik kültür suşu (*Lacticaseibacillus casei* 431) (Christian Hensen, Danimarka) kullanılmıştır.

#### 3.2 Metot

##### 3.2.1 Sucuk Üretimi

Sucuk üretiminde sığır eti ve et yağı (80:20) hammadde olarak kullanılmış ve formülasyona Yalınkılıç vd. (2012) tarafından verilen baharat çeşitleri dahil edilmiştir. Formülasyonda şeker olarak sakkaroz (4 g/kg), kürlenme ajanı olarak ise 150 mg/kg sodyum nitrit eklenmiştir. Her bir muamele grubu için 3 kez üretim yapılarak toplam 9 sucuk hamuru hazırlanmıştır. Sucuk hamurları küçük ölçekli bir kuterde (MADO, Almanya) hazırlanmış ve küçük ölçekli bir doldurucu (MADO, Almanya) kullanılarak kolajen kılıflara (Naturin Darm, 38 mm) doldurulmuştur. Dolundan sonra her bir gruba ait sucuk örnekleri 4 saat dengeleme fazına alındıktan sonra hava cereyanı, nispi rutubeti ve sıcaklığı otomatik olarak ayarlanabilen bir klima kabininde (Reich, Almanya) olgunlaştırılma işlemine tabi tutulmuştur. Sucukların olgunlaştırılmasında başlangıç fermantasyon sıcaklığı olarak  $24 \pm 1$  °C uygulanmış ve daha sonra  $16 \pm 1$  °C'de 8 gün süre ile olgunlaştırılmıştır. Başlangıçta bağıl nem  $92 \pm 2$ 'ye ayarlanmış ve kademeli olarak düşürülmüştür (2-5. günlerde  $88 \pm 2$ , 5-8. günlerde  $86 \pm 2$  ve 9.günde  $84 \pm 2$ ). Hava cereyanı ise ilk 3 gün 0,5 m/s'ye ayarlanmış ve süre ilerledikçe 0,1 m/s'ye kadar düşürülmüştür. Olgunlaştırılmış sucuklar vakum uygulanarak ambalajlanmıştır. Ambalajlamada 15x25 cm boyutlarında, oksijen, gaz ve su buharı geçirgenliği düşük

Poliamid/Polietien'den oluşan ambalajlama materyali ve laboratuvar tipi ambalajlama makinası (Multivac, Almanya) kullanılmıştır. Ambalajlamadan sonra örnekler 4 °C'de muhafaza edilmiş ve muhafazanın 0, 30 ve 60. günlerinde aşağıda verilen analizlere tabi tutulmuştur.

### **3.2.2 Analizler**

#### **3.2.2.1 pH Değerinin Belirlenmesi**

On g örnek tartılmış ve 100 ml saf su ile homojenize edilmiştir. Homojenizatın pH değeri pH metre kullanılarak ölçülmüştür (Gökalp vd., 2010).

#### **3.2.2.2 $a_w$ Değerinin Belirlenmesi**

Örneklerin  $a_w$  değerinin belirlenmesinde su aktivitesi cihazı (Novasina, TH-500  $a_w$  Sprint) kullanılmıştır. Ölçüm 25 °C'de gerçekleştirilmiştir. Cihaz kullanılmadan önce farklı tuzlar ile kalibre edilmiştir.

#### **3.2.2.3 Tiyobarbütirik Asit Reaktif Maddelerinin (TBARS) Belirlenmesi**

TBARS değerlerinin saptanması için Lemon (1975) tarafından verilen metot uygulanmış ve sonuçlar mg MDA/kg olarak verilmiştir.

#### **3.2.2.4 Renk Değerlerinin Belirlenmesi**

Enstrümental renk değerleri ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ) kolorimetre cihazı (Minolta CR-200, Osaka, Japan) kullanılarak belirlenmiştir.

#### **3.2.2.5 Mikrobiyolojik Analizler**

25 g örnek steril plastik torbaya tartılmış, üzerine 225 ml steril fizyolojik tuzlu su (%0,85 NaCl, Merck) ilave edilerek Stomacher'de (Lab Stomacher 400-BA 7021, England) 2 dak homojenize edilmiştir. Bu homojenizat kullanılarak uygun dilüsyonlar hazırlanmış ve aşağıda belirtilen analizler gerçekleştirilmiştir.

Laktik asit bakterilerinin sayımında MRS Agar kullanılmış ve ekim yayma yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. İnkübasyon 30 °C'de 48 saat süre ile anaerobik koşullarda yapılmıştır (Baumgart vd., 1993).

*Lacticaseibacillus casei* sayımında, probiyotik kültür üreticisi firmanın belirttiği MRS-IM Agar kullanılmıştır. Ekimden sonra plaklar 20 °C'de 6 gün süre ile inkübe edilecek ve sayım yapılmıştır (Ch. Hansen, 2005). Ayrıca tipik kolonilere doğrulama testleri de uygulanmıştır (Baumgart vd., 1993).

*Micrococcus/Staphylococcus* sayımında MSA Agar plaklarına yüzeye yayma yöntemi ile ekim yapılmış ve 30 °C’de 48 saatlik inkübasyondan sonra Baumgart vd. (1993) tarafından verilen doğrulama testleri uygulanarak sayı belirlenmiştir.

Enterobacteriaceae sayımında VRBD Agar plakları kullanılmış ve 30 °C’de 48 saat anaerob koşullarda inkübasyondan sonra sayı belirlenmiştir (Baumgart vd., 1993).

Maya ve küf sayımı için RBC Agar plaklarına ekim yapılmıştır. Bu işlemi müteakiben petri plakları 25 °C’de 5 gün süre ile inkübasyona tabi tutulmuştur (Gökalp vd., 2010).

### 3.2.2.6 Duyusal Analiz

Probiyotik sucuklar eğitimli 25 panelist tarafından hedonik tip skala (1–9) kullanılarak duyusal olarak değerlendirilmiştir. Duyusal analiz sürecinde panelistlere ürünler hakkında bilgi verilmiş ve analizin nasıl yapılması gerektiğine dair bilgilendirme yapılmıştır. Örnekler arası anonimliği koruyabilme adına her bir örnek rastgele 3 haneli bir sayı ile kodlanmıştır. Panele her bir tekrerde 25 kişi, toplamda 75 kişi katılmıştır. Değerlendirmede 1-9 arasında değişen skalaya sahip duyusal panel formu kullanılmıştır (Çizelge 3.1.).

**Çizelge 3.1: Duyusal Analiz Panel Formu**

ÖRNEK NO:									
Renk	Kahverengimsi kırmızı						Açık soluk renk		
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Tekstür	Çok iyi						Çok kötü		
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Koku	Çok iyi						Çok kötü		
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Tat	Tipik tat ve aroması var						Tipik tat ve aroması yok		
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Genel kabul edilebilirlik	Çok iyi						Çok kötü		
	9	8	7	6	5	4	3	2	1

### 3.2.2.7 Uçucu bileşiklerin belirlenmesi

Uçucu bileşiklerin belirlenmesinde, Kaban (2009) tarafından verilen metot esas alınmıştır. Beş gram örnek, viallere (Supelco, Bellefonte PA, USA) alınmış ve vialler termal bir blok içerisinde 30°C’de bir saat bekletilerek bileşiklerin tepe boşluğuna toplanması sağlanmıştır. Daha sonra viallere CAR/PDMS fibre

yerleştirilmiş ve 2 saat süre daha bekletilmiştir. Bu süre sonunda fibre, gaz kromatografisi (GC, Agilent 6890N)/kütle spektrometrisi (MS, Agilent 5973) sistemine enjekte edilmiştir. DB-624 (J&W Scientific, 30 m x 0.25 mm x 1.4 µm) kolon olarak ve helyum ise taşıyıcı gaz olarak kullanılmıştır. Fırın sıcaklığı 40°C'den başlatılarak kademeli olarak artırılmış ve 210°C'ye çıkarılmıştır. Bileşiklerin tanımlanmasında, MS kütüphanesi (NIST, WILEY, FLAVOR) ve standart madde (Supelco 44585-U, Bellefonte PA USA) kullanılmıştır.

### **3.2.2.8 İstatistikî Analizler**

Araştırma, muamele (starter kültür, probiyotik kültür, starter kültür+probiyotik kültür) ve depolama süresi (0, 30 ve 60 gün) faktörleri esas alınarak şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler, dağılım normalliği ve gruplar arasındaki varyansların homojenliği açısından incelenmiş ve daha sonra varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur (SPSS 24, SPSS Inc., Chicago, IL, ABD). ANOVA sonucunda istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ( $P < 0,05$ ) gösteren ortalama değerler için Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

## 4 BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada elde edilen sonuçlar aşağıda başlıklar halinde verilmiştir.

### 4.1 pH Değeri

Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen pH değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.2’de verilmiştir. Buna göre muamele faktörü pH üzerinde çok önemli ( $P < 0,01$ ) düzeyde etkili olurken depolama süresi pH değeri üzerinde önemli etki göstermemiştir ( $P > 0,05$ ) (Çizelge 4.2.).

**Çizelge 4.1: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen pH değerleri**

Muamele	Depolama	pH		
		1	2	3
SK	0	4,79	4,88	5,07
	30	4,80	4,87	5,11
	60	4,81	4,94	5,16
PK	0	4,75	4,86	4,94
	30	4,77	4,84	5,01
	60	4,76	4,87	5,09
SK+PK	0	4,69	4,75	4,72
	30	4,71	4,85	4,78
	60	4,75	4,91	4,83

SK: Starter Kültür, PK: Probiyotik Kültür

**Çizelge 4.2: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları**

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	2	0,059	10,510**
Depolama Süresi (DS)	2	0,013	2,242
Blok	2	0,098	17,549**
M x DS	4	0,001	0,145
Hata	16	0,006	
Genel	27		

\*\*P < 0.01 seviyesinde önemli

Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Depolama değişkenine ait pH değeri ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.4'te verilmiştir. Tüm gruplarda ölçülen pH değeri 5,0'ın altında bulunmuştur. Bu durum muhtemelen sucuk üretiminde kullanılan laktik asit bakterilerinin metabolik faaliyetleri sırasında açığa çıkan organik asitlerden kaynaklanmaktadır. Starter kültür (Yalınkılıç vd., 2012) veya probiyotik kültür (Bağdatlı ve Kundakcı, 2016) kullanılarak yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Sadece starter veya probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuk örneklerinde ortalama pH değeri, starter kültür ve probiyotik kültürü birlikte içeren gruba ait örneklerle daha yüksek bulunmuştur ( $P < 0,05$ ) (Çizelge 4.3.). Starter ve probiyotik kültürlerin birlikte kullanılması ürün pH'sında daha fazla azalmaya neden olmuştur. Mikrobiyal kültür ve depolama süresinin etkileşimi, 60 günlük depolama süresi boyunca sucuk örneklerinin ortalama pH değerlerini etkilememiştir ( $P > 0,05$ ). Buna karşın, hindi eti ve probiyotik kültür (*L. casei* CRL-431 ve *Lactobacillus acidophilus*) kullanılarak üretilen sucuk üzerinde yapılan bir çalışmada, pH değerinin depolamanın ilk iki ayında azaldığı, sonraki aylarda değişmediği belirtilmiştir (Ergönül, 2009). Diğer bir çalışmada ise sucuğun pH değerinin kullanılan kültür tipine bağlı olarak bir değişim göstermediği, buna karşın depolama sırasında az da olsa bir azalma gösterdiği rapor edilmiştir (Ünal Turhan vd., 2017). Ancak probiyotik sucukta *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079, *Lacticaseibacillus casei* 431 ve *L. acidophilus* NCFM suşları kullanılarak yapılan bir çalışmada, depolamanın ileri aşamalarında pH değerinde artış gözlenmiştir. Aynı çalışmada pH değerinde, kullanılan suşa bağlı olarak da bazı değişimler gözlenmiştir (Kozan ve Sarıçoban, 2023).

**Çizelge 4.3: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma test sonuçları**

Muamele	N	pH
Starter kültür	9	4,94±0,14a
Probiyotik kültür	9	4,88±0,12a
Starter kültür+ Probiyotik kültür	9	4,78±0,07b

**Çizelge 4.4: Depolama değişkenine ait pH değeri ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları**

Depolama Süresi (gün)	N	pH
0	9	4,83±0,12a
30	9	4,86±0,13a
60	9	4,90±0,14a

#### 4.2 a<sub>w</sub> Değeri

Sucuk üretiminde fermentasyon ve kurutma birbirini takip eden işlem basamaklarıdır. Su aktivitesi et ürünlerinde mikrobiyal gelişim için önemli bir parametre olduğundan (Martuscelli *et al.* 2017) kurutma işlemi ile ürünlerde su aktivitesinin düşürülmesi amaçlanmaktadır. Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen a<sub>w</sub> değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir.

**Çizelge 4.5: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen a<sub>w</sub> değerleri**

Muamele	Depolama	a <sub>w</sub>		
		1	2	3
SK	0	0,903	0,904	0,898
	30	0,901	0,900	0,896
	60	0,901	0,900	0,898
PK	0	0,908	0,907	0,902
	30	0,903	0,903	0,897
	60	0,901	0,898	0,903
SK+PK	0	0,903	0,902	0,891
	30	0,900	0,902	0,901
	60	0,891	0,903	0,888

SK: Starter Kültür, PK: Probiyotik Kültür

Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen  $a_w$  değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre ana varyasyon kaynakları olan muamele ve depolama süresi sucuğun  $a_w$  değeri üzerinde önemli bir etki göstermemiştir. Çizelge 4.7 ve 4.8'de verilen ortalamalardan da görüldüğü üzere sonuçlar birbirine oldukça yakın çıkmıştır.

Tüm muamele gruplarında ortalama su aktivitesi değeri 0,90 veya altında bulunmuştur. Bu sonuçlar her üç ürün grubunda da arzu edilen kurumunun gerçekleştiğini göstermektedir. Benzer şekilde, probiyotik sucuk üzerinde yapılan bir çalışmada, kullanılan mikrobiyal kültürün ürünün su aktivitesini önemli ölçüde etkilemediği, depolamanın 60. gününe kadar su aktivitesi değerlerinde önemli bir değişim gözlenmediği rapor edilmiştir (Ünal Turhan vd., 2017). Diğer taraftan Kozan ve Sarıçoban (2023) tarafından yapılan çalışmada, probiyotik sucuk üretiminde kullanılan laktik asit bakteri suşlarının ürünün su aktivitesi değerini etkilediği bildirilmiştir. Aynı çalışmada depolama süresinin ise su aktivitesi değeri üzerinde olumsuz etki gösterdiği de rapor edilmiştir.

**Çizelge 4.6: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen  $a_w$  değerlerine ait varyans analiz sonuçları**

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	2	3,270E-5	3,375
Depolama Süresi (DS)	2	2,515E-5	2,595
Blok	2	6,381E-5	6,586**
M x DS	4	1,554E-5	1,603
Hata	16	9,690E-6	
Genel	27		

\*\*P < 0.01 seviyesinde önemli

**Çizelge 4.7: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen  $a_w$  değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları**

Muamele	N	$a_w$
Starter kültür	9	0,900±0,002a
Probiyotik kültür	9	0,902±0,004a
Starter kültür+ Probiyotik kültür	9	0,899±0,005a

**Çizelge 4.8: Depolama değişkenine ait  $a_w$  değeri ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları**

Depolama Süresi (gün)	N	$a_w$
0	9	0,902±0,005a
30	9	0,901±0,003a
60	9	0,899±0,004a

### 4.3 TBARS

Et ürünlerinin üretimi sırasında ürünlerde gerçekleşen oksidasyon, son ürünün kalitesi üzerinde önemli rol olmaktadır (Xu vd. 2018). Ette lipit oksidasyonu, oksijen içeriği, sıcaklık, ışık, oksijeninin tipi, doymamış yağ asitleri, fosfolipitler ve pH gibi çeşitli faktörlerden etkilenmekte (Cheng, 2016) olup et ürünlerinde lipit oksidasyonun en önemli göstergesi olarak TBARS değeri kullanılmaktadır. Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen TBARS değerleri Çizelge 4.9’da verilmiştir. Buna göre tüm değerler taze et ürünleri için önerilen 1 mg MDA/kg sınırının bile altında bulunmuştur (McKenna, vd. 2005).

**Çizelge 4.9: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen TBARS değerleri**

Muamele	Depolama	TBARS (mg MDA/kg)		
		1	2	3
SK	0	0,49	0,43	0,38
	30	0,94	0,82	1,06
	60	0,38	0,70	0,99
PK	0	0,24	0,28	0,33
	30	0,56	0,43	0,40
	60	0,62	0,73	0,64
SK+PK	0	0,35	0,30	0,40
	30	0,66	0,54	0,51
	60	0,94	1,08	0,85

SK: Starter Kültür, PK: Probiyotik Kültür

Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Buna göre hem muamele hem de depolama süresi TBARS değeri üzerinde çok önemli ( $P < 0,01$ ) düzeyde etkili olmuştur. Ayrıca muamele x depolama süresi interaksiyonunun da TBARS değeri üzerinde önemli ( $P < 0,05$ ) bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.10: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları**

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	2	0,221	35,841**
Depolama Süresi (DS)	2	0,681	110,509**
Blok	2	0,020	3,195
M x DS	4	0,022	3,512*
Hata	16	0,006	
Genel	27		

\* $P < 0.05$  seviyesinde önemli ; \*\* $P < 0.01$  seviyesinde önemli

Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen TBARS değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir. Depolama değişkenine ait TBARS değeri ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Probiyotik kültür kullanımı üründe diğer gruplara kıyasla daha düşük TBARS değerleri ile sonuçlanmıştır ( $P < 0,05$ ) (Çizelge 4.11). Ergönül (2009), *L. casei* CRL-431 ile üretilen hindi sucuğunun *L. acidophilus* suşu ile üretilen gruba göre, daha düşük TBARS değerine sahip olduğunu ve en yüksek ortalama TBARS değerinin ise starter kültür kullanılan grupta gözlendiğini bulmuştur. Çizelge 4.12'den de görüldüğü üzere depolama süresi ilerledikçe TBARS değeri artış göstermiştir. En düşük ortalama TBARS değeri depolamanın 0. gününde, en yüksek TBARS değeri ise depolamanın 60. gününde belirlenmiştir. Depolama sırasında gözlenen TBARS değerindeki artış büyük olasılıkla lipit oksidasyonu sonucu açığa çıkan bileşiklerin birikiminden kaynaklanmaktadır (Feiner, 2006). Benzer şekilde probiyotik hindi sucuğu üzerinde yürütülen bir araştırmada, 8 aylık depolama süresi boyunca TBA değerinde artış olduğu rapor edilmiştir (Ergönül, 2009). Ancak üç farklı probiyotik laktik suşun ayrı ayrı kullanıldığı bir çalışmada, depolama sırasında TBARS

değerlerinde bir düşüş gözlemlenmiş ve ayrıca kullanılan bakteri suşuna bağlı olarak TBARS değerinde değişkenlik olduğu bildirilmiştir (Kozan ve Sarıçoban, 2023).

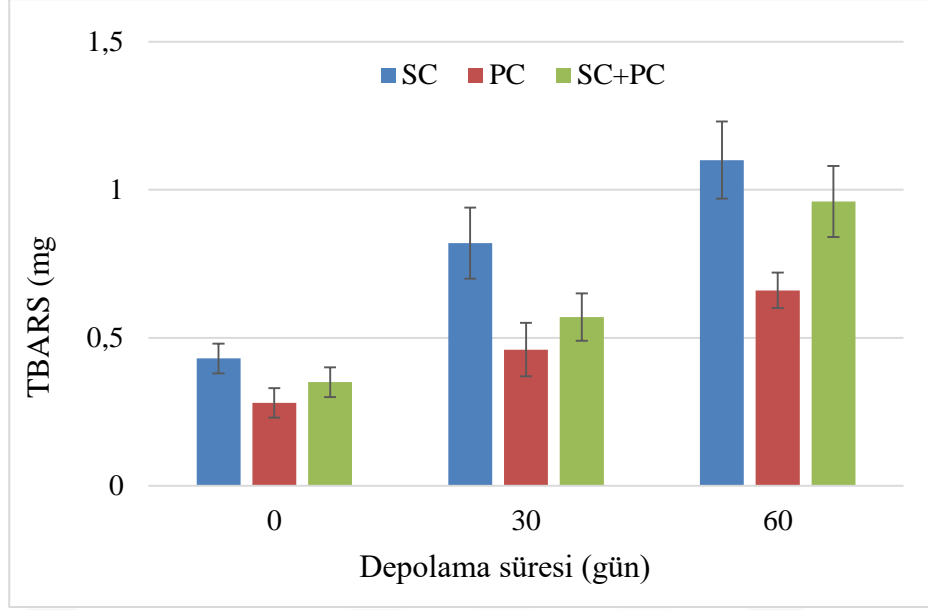
**Çizelge 4.11: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen TBARS değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları**

Muamele	N	TBARS (mg MDA/kg)
Starter kültür	9	0,78±0,30a
Probiyotik kültür	9	0,47±0,17c
Starter kültür+ Probiyotik kültür	9	0,63±0,28b

**Çizelge 4.12: Depolama değişkenine ait TBARS değeri ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları**

Depolama Süresi (gün)	N	TBARS (mg MDA/kg)
0	9	0,36±0,08c
30	9	0,62±0,18b
60	9	0,91±0,21a

Sucuğun TBARS değeri üzerinde önemli ( $P < 0,05$ ) etkisi saptanan muamele x depolama süresi interaksyonu Şekil 4.1’de verilmiştir. Buna göre her 3 sucuk grubunda da süre ilerledikçe TBARS değeri artış göstermiştir. Ancak sadece probiyotik suş kullanılarak üretilen grupta TBARS değerindeki artış diğer gruplara göre daha yavaş olmuştur. Şekil 4.1’den de görüldüğü üzere özellikle depolamanın sonunda sadece probiyotik suş içeren grup ile diğer sucuk grupları arasında TBARS değeri açısından daha fazla farklılık oluşmuştur. Starter kültür ve starter kültür/probiyotik kültür kullanılarak üretilen gruplarda starter kültür olarak kullanılan *Staphylococcus xylosus* GM92 suşunun muhtemelen iyi bir lipolitik aktivite göstermesi ve buna bağlı olarak lipolizis sonucu oluşan serbest yağ asitlerinin otooksidasyona uğrayarak TBARS değerinde artışa neden olmasından ileri geldiği düşünülmektedir.



**Şekil 4.1: Sucuğun TBARS değeri üzerine muamele x depolama süresi interaksyonunun etkisi**

#### 4.4 L\*, a\* ve b\* Değerleri

Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen L\*, a\* ve b\* değerleri Çizelge 4.13'te verilmiştir. Sucuk gruplarının enstrümantal renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.14'te verilmiştir. Muamele faktörünün, parlaklığın göstergesi olan L\* değeri ile kırmızı renk yoğunluğunu ifade eden a\* değeri üzerinde çok önemli ( $P < 0,01$ ) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Diğer bir varyasyon kaynağı olan depolama süresi ise sadece L\* değeri üzerinde etkili olmuştur ( $P < 0,01$ ). Her iki ana varyasyon kaynağı, sarı renk yoğunluğunun göstergesi olan b\* değeri üzerinde istatistiki açıdan önemli bir farklılığa neden olmamıştır. Ayrıca muamele x depolama süresi interaksyonu da L\*, a\* ve b\* değerleri üzerinde önemli bir etki göstermemiştir (Çizelge 4.14).

**Çizelge 4.13: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen L\*, a\* ve b\* değerleri**

Muamele	Depolama	Blok	L*	a*	b*
SK	0	1	42,59	13,04	10,78
		2	43,90	13,23	11,12
		3	41,95	14,32	12,63
	30	1	43,44	14,28	13,87
		2	42,29	14,39	12,62
		3	39,47	13,82	13,61
	60	1	40,62	14,95	11,48
		2	41,21	15,51	13,21
		3	40,35	14,26	14,16
PK	0	1	41,16	17,78	11,42
		2	40,35	16,22	12,92
		3	39,79	15,96	10,24
	30	1	40,06	15,03	13,10
		2	38,91	16,35	12,89
		3	39,21	17,58	14,78
	60	1	38,43	16,46	13,49
		2	39,69	15,20	12,44
		3	39,75	16,02	10,42
SK+PK	0	1	41,11	16,11	13,44
		2	43,89	15,53	12,96
		3	40,71	14,85	11,88
	30	1	40,03	17,09	13,82
		2	42,31	15,93	12,31
		3	41,69	14,33	13,14
	60	1	39,47	16,97	13,26
		2	39,02	15,93	12,15
		3	40,26	16,34	14,51

SK: Starter Kültür, PK: Probiyotik Kültür

**Çizelge 4.14: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen L\*, a\* ve b\* değerlerine ait varyans analiz sonuçları**

Varyasyon Kaynakları	L*			a*		b*	
	SD	KO	F	KO	F	KO	F
Muamele (M)	2	9,611	8,042**	11,098	14,804**	0,970	0,709
Depolama Süresi (DS)	2	7,704	6,446**	0,599	0,798	4,584	3,352
Blok	2	1,963	1,643	0,560	0,747	0,226	0,166
M x DS	4	0,580	0,485	0,960	1,281	0,940	0,687
Hata	16	1,195		0,750		1,368	
Genel	27						

\*\*P < 0.01 seviyesinde önemli

Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen L\*, a\* ve b\* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir. Depolama değişkenine ait L\*, a\* ve b\* değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir. L\* değeri açısından en düşük ortalamayı probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuk grubu vermiştir. Starter kültür grubu ile starter kültür + probiyotik kültür grubuna ait ortalamalar ise istatistiki açıdan önemli bir farklılık göstermemiştir. Bu sonuçlara göre sucukta sadece probiyotik kültür kullanımı L\* değerinde az da olsa bir düşüğe neden olmaktadır. Konuyla ilgili olarak yapılan bir araştırmada da farklı probiyotik kültürlerle üretilen hindi sucuklarının L\* değerlerinin kullanılan kültür türüne bağlı olarak değiştiği ve 8 aylık depolama sürecinin ürünün L\* değerleri üzerinde önemli bir etkisi olduğu rapor edilmiştir (Ergönül, 2009). Mevcut bu araştırmada a\* değeri açısından ise en düşük değeri starter kültür kullanılarak üretilen grup vermiştir (Çizelge 4.15). Buna karşın hindi sucuklar üzerinde yapılan bir çalışmada probiyotik kültür kullanımının a\* değeri üzerinde etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Ergönül, 2009). Sucuk grupları arasında b\* değeri açısından önemli farklılıklar tespit edilmemiştir (Çizelge 4.15). Ergönül (2009) ise mevcut bu araştırmadan farklı olarak, kullanılan kültür ve depolama süresinin b\* değeri üzerinde önemli bir etkisi olduğunu rapor etmiştir. Bu çalışmada, depolama süresince sadece L\* değerinde bir değişim gerçekleşmiş ve en düşük ortalama L\* değeri 60. günde belirlenmiştir (Çizelge 4.16). Kozan ve Sarıçoban (2023) ise *L. acidophilus* DSM 20079, *L. casei* 431 ve *L. acidophilus* NCFM suşları kullanılarak üretilen sucuk örneklerinde depolama süresi boyunca L\*, a\* ve b\* değerlerinde düzenli bir azalma olduğunu ve ayrıca kullanılan kültürlerin, ürünün L\*, a\* ve b\* değerleri üzerinde önemli etki göstermediğini bildirmişlerdir.

**Çizelge 4.15: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen L\*, a\* ve b\* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları**

Muamele	N	L*	a*	b*
Starter kültür	9	41,76±1,47a	14,20±0,77b	12,61±1,23a
Probiyotik kültür	9	39,71±0,80b	16,29±0,93a	12,41±1,47a
Starter kültür+ Probiyotik kültür	9	40,94±1,51a	15,90±0,90a	13,05±0,84a

**Çizelge 4.16: Depolama deTRğışkenine ait L\*, a\* ve b\* değeri ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları**

Depolama Süresi (gün)	N	L*	a*	b*
0	9	41,72±1,48a	15,23±1,53a	11,93±1,11a
30	9	40,82±1,63ab	15,42±1,36a	13,35±0,75a
60	9	39,87±0,85b	15,74±0,84a	12,79±1,30a

#### 4.5 Laktik Asit Bakteri

Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen laktik asit bakteri değerleri Çizelge 4.17’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere starter kültür içeren gruplar (SK ve SK+PK) sadece probiyotik kültür içeren gruplara göre depolama süresince 1 logaritmik birim civarında daha yüksek laktik asit bakteri sayısı vermiştir. Çizelge 4.18’de verilen varyans analiz sonuçlarından da görüldüğü üzere muamele faktörü  $P < 0,01$ , depolama süresi faktörü ise  $P < 0,05$  düzeyinde laktik asit bakteri sayısı üzerinde etkili olmuştur.

**Çizelge 4.17: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen laktik asit bakteri sayısı**

Muamele	Depolama	Laktik Asit Bakteri (log kob/g)		
		1	2	3
SK	0	8,65	8,82	8,76
	30	8,56	8,89	8,64
	60	8,67	8,85	8,50
PK	0	7,60	7,75	7,57
	30	7,38	7,50	7,90
	60	7,47	7,42	7,48
SK+PK	0	8,64	8,76	8,81
	30	8,40	8,56	8,61
	60	8,18	8,60	8,36

SK: Starter Kültür, PK: Probiyotik Kültür

**Çizelge 4.18: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen laktik asit bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları**

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	2	3,441	193,559**
Depolama Süresi (DS)	2	0,093	5,233*
Blok	2	0,074	4,163*
M x DS	4	0,017	0,975
Hata	16	0,018	
Genel	27		

\*P < 0.05 seviyesinde önemli ; \*\*P < 0.01 seviyesinde önemli

Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen laktik asit bakteri sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir. Buna göre probiyotik kültür grubu 7,56 log kob/g laktik asit bakteri sayısı ile en düşük ortalama değeri vermiştir. Diğer iki grup arasında da istatistiki açıdan önemli farklılık gözlenmiş ve en yüksek ortalama değeri sadece starter kültür kullanılan grupta belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre kullanılan probiyotik kültür sucuk ortamına iyi adapte olmuştur. Bu suş, yukarıda verilen pH değerlerinden anlaşılacağı üzere pH değerinde de önemli düşüşe neden olmuştur. Sucuk ve benzeri fermente kuru sosislerde laktik asit bakterileri teknolojik açıdan önem arzeden mikroorganizmalardır. Bu mikroorganizmalar fermentasyon sırasında pH değerini düşürerek hem ürün güvenliğine katkıda bulunmakta hem de ürünün tekstür dahil olmak üzere duyu özelliklerinin gelişiminde önemli rol oynamaktadır (Kaban ve Kaya, 2009; Yalınkılıç vd., 2012).

**Çizelge 4.19: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen laktik asit bakteri sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları**

Muamele	N	Laktik asit bakteri (log kob/g)
Starter kültür	9	8,70±0,13a
Probiyotik kültür	9	7,56±0,17c
Starter kültür+ Probiyotik kültür	9	8,55±0,20b

Depolama değişkenine ait laktik asit bakteri sayısı ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiştir. Depolama süresi ilerledikçe laktik asit bakteri sayısı düşüş göstermiş ve en düşük değer 60.günde belirlenmiştir. Ancak Çizelge 4.20’den de görüldüğü üzere depolama başlangıcı ve depolama sonunda belirlenen sayılar arasındaki fark 0,5 logaritmik birimden daha azdır. Ayrıca sucuğun laktik asit bakteri sayısı üzerinde muamele x depolama süresi interaksyonunun ise önemli bir etkisi olmamıştır.

**Çizelge 4.20: Depolama değişkenine ait laktik asit bakteri sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları**

Depolama Süresi (gün)	N	Laktik asit bakteri (log kob/g)
0	9	8,37±0,55a
30	9	8,27±0,54ab
60	9	8,17±0,57b

#### 4.6 Probiyotik Mikroorganizma Sayısı

Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen probiyotik mikroorganizma sayısı Çizelge 4.21’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere probiyotik kültür kullanılarak üretilen grupta depolama süresince 7 log kob/g düzeyinde probiyotik bakteri sayısı belirlenmiştir. Benzer durum starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen grupta da gözlenmiştir.

**Çizelge 4.21: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen probiyotik mikroorganizma sayıları**

Muamele	Depolama	Probiyotik mikroorganizma (log kob/g)		
		1	2	3
PK	0	7,71	7,80	7,68
	30	7,58	7,79	7,46
	60	7,60	7,53	7,29
SK+PK	0	7,59	7,62	7,41
	30	7,40	7,50	7,35
	60	7,48	7,55	7,27

SK: Starter Kültür, PK: Probiyotik Kültür

Çizelge 4.22’de verilen varyans analiz tablosundan anlaşılacağı üzere hem muamele faktörü hem de depolama süresi faktörü sucuğun probiyotik mikroorganizma sayısı üzerinde çok önemli ( $P < 0,01$ ) düzeyde etkili olmuştur. Buna karşın bu iki faktörün interaksyonu istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.22).

**Çizelge 4.22: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen probiyotik mikroorganizma sayılarına ait varyans analiz sonuçları**

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	1	0,090	20,909**
Depolama Süresi (DS)	2	0,051	11,995**
Blok	2	0,077	17,914**
M x DS	2	0,012	2,685
Hata	10	0,004	
Genel	18		

\*\*P < 0.01 seviyesinde önemli

Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen probiyotik mikroorganizma sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.23’te verilmiştir. Buna göre probiyotik kültür kullanılan grup probiyotik ve starter kültür içeren gruba göre daha yüksek bir ortalama değer vermiştir. Bununla birlikte yukarıda verilen Çizelge 4.19’da da görüldüğü üzere starter kültür ile probiyotik kültürün kullanıldığı grubun laktik asit bakteri sayısı daha yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde Bağdatlı ve Kundakçı (2016) tarafından probiyotik sucuk üzerinde yürütülen bir araştırmada, laktik asit bakteri ve *L.casei* CRL-431 sayılarının 8 log kob/g ve 6 log kob/g üzerinde bulunmuştur. Diğer taraftan mevcut bu araştırmada probiyotik kültür içeren grupların (PK ve SK+PK) *L.casei* CRL-431 sayısının Kolozyn-Krajewska ve Dolatowski (2009) tarafından belirtilen 6 log kob/g düzeyini aşmaktadır. Bu sonuç *L. casei* 431 suşunun probiyotik sucuk üretimi için yeterli adaptasyon yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir.

**Çizelge 4.23: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen probiyotik mikroorganizma sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları**

<b>Muamele</b>	<b>N</b>	<b>Probiyotik mikroorganizma (log kob/g)</b>
Probiyotik kültür	9	7,60±0,16a
Starter kültür+ Probiyotik kültür	9	7,46±0,11b

Depolama değişkenine ait probiyotik mikroorganizma sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.24'te verilmiştir. Buna göre depolamanın 30.gününde probiyotik mikroorganizma sayısında meydana gelen azalma istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Daha sonraki günlerde ise istatistiki açıdan önemli bir değişim olmamıştır. Bu sonuç probiyotik kültür olarak kullanılan ticari suşun depolama süresince canlılığını önemli ölçüde koruduğunu göstermektedir. Ayrıca muamele x depolama süresi interaksyonu, probiyotik mikroorganizma sayısı üzerinde önemli bir etki göstermemiştir. Bu sonuç kullanılan probiyotik suşun starter kültür olarak kullanılan suşun mevcudiyetinde de canlılığını sürdürebildiğini göstermektedir. Diğer taraftan Ünal Turhan ve ark. (2017) tarafından yapılan bir araştırmada, probiyotik olarak mikrokapsülenmiş *L. rhamnosus* kullanılmış ve depolama süresince hem laktik asit bakterisi hem de *Lactobacillus rhamnosus* sayılarında düşüş olduğu rapor edilmiştir. Konuyla ilgili diğer bir çalışmada ise probiyotik sucukta depolama süresince laktik asit bakterisi sayısında artış olduğu bildirilmiştir (Kozan ve Sarıçoban, 2023).

**Çizelge 4.24: Depolama değişkenine ait probiyotik mikroorganizma sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları**

<b>Depolama Süresi (gün)</b>	<b>N</b>	<b>Probiyotik mikroorganizma (log kob/g)</b>
0	6	7,63±0,13a
30	6	7,51±0,16b
60	6	7,45±0,14b

#### 4.7 Micrococcus/Staphylococcus Sayısı

Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayıları Çizelge 4.25'te verilmiştir. Mevcut bu araştırmada yerel *Staphylococcus xylosus* GM92 suşu starter kültür olarak kullanılmıştır. Starter kültür kullanılan grupta depolama süresince 6 log kob/g düzeyinde *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı belirlenmiştir. Probiyotik kültürde ise daha düşük bir sayıyla karşılaşılmış ve depolama süresi ilerledikçe düşüşler gözlemlenmiştir. Starter kültür ve probiyotik kültür mevcudiyetinde ise 5 log kob/g civarında *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı saptanmıştır. Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26'da verilmiştir. Buna göre ana varyasyon kaynaklarından sadece muamele, *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı üzerinde etkili olmuştur ( $P < 0,01$ ). Depolama süresi faktörü ile muamele x depolama süresi interaksyonunun ise *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır (Çizelge 4.26).

**Çizelge 4.25: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayıları**

Muamele	Depolama	<i>Micrococcus/Staphylococcus</i> (log kob/g)		
		1	2	3
SK	0	6,41	6,00	6,60
	30	6,04	5,98	6,40
	60	6,43	6,20	6,49
PK	0	5,69	5,98	5,90
	30	4,51	5,76	5,58
	60	4,30	4,70	4,97
SK+PK	0	5,00	5,51	5,73
	30	5,25	5,60	5,56
	60	5,60	5,69	5,75

SK: Starter Kültür, PK: Probiyotik Kültür

**Çizelge 4.26: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait varyans analiz sonuçları**

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	2	2,523	36,695**
Depolama Süresi (DS)	2	0,224	3,264
Blok	2	0,394	5,734*
M x DS	4	0,481	7,001
Hata	16	0,069	
Genel	27		

\*P < 0.05 seviyesinde önemli ; \*\*P < 0.01 seviyesinde önemli

Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir. Depolama değişkenine ait ortalamalar Çizelge 4.28’de verilmiştir. Sucuk grupları arasında en yüksek ortalama değer sadece starter kültür içeren grupta belirlenmiştir. Probiyotik kültür grubu ile starter kültür+probiyotik kültür grubuna ait ortalamalar arasında ise istatistiki açıdan önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Bu sonucun gruplar arasındaki pH farklılıklarından ileri geldiği düşünülmektedir. *Micrococcus/Staphylococcus* cinslerine ait türler aside hassas mikroorganizmalardır. Bundan dolayı fermentasyon aşamasındaki hızlı asitleşme bu mikroorganizmaların gelişimi üzerinde olumsuz etki gösterebilmektedir (Akköse vd., 2023).

**Çizelge 4.27: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları**

Muamele	N	<i>Micrococcus/Staphylococcus</i> (log kob/g)
Starter kültür	9	6,28±0,23a
Probiyotik kültür	9	5,26±0,65b
Starter kültür+ Probiyotik kültür	9	5,52±0,25b

Depolama değişkenine ait *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.28’de verilmiştir. Sonuçlardan da görüldüğü üzere ortalama değerler birbirine oldukça yakın bulunmuştur.

**Çizelge 4.28: Depolama değişkenine ait probiyotik mikroorganizma sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları**

Depolama Süresi (gün)	N	<i>Micrococcus/Staphylococcus</i> (log kob/g)
0	9	5,87±0,47a
30	9	5,63±0,54a
60	9	5,57±0,77a

#### 4.8 Enterobacteriaceae sayısı

Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen Enterobacteriaceae sayıları Çizelge 4.29’da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere tüm gruplarda sayı, saptanabilir sınırın altında bulunmuştur. Bu sonuçların fermentasyon ve kurutma sırasında meydana gelen pH ve  $a_w$  değerindeki düşüşlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim sucuk üzerinde yapılan diğer araştırmalarda da benzer sonuçlar rapor edilmiştir (Yalınkılıç vd., 2012; Akköse vd., 2023).

**Çizelge 4.29: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen Enterobacteriaceae sayıları**

Muamele	Depolama	Enterobacteriaceae (log kob/g)		
		1	2	3
SK	0	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>
	30	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>
	60	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>
PK	0	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>
	30	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>
	60	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>
SK+PK	0	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>
	30	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>
	60	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>

#### 4.9 Maya-Küf Sayısı

Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen maya- küf sayıları Çizelge 4.30'da verilmiştir. Buna göre sucuk gruplarında 2-3 log kob/g düzeyinde maya-küf sayısı belirlenmiştir. Çizelge 4.31'de verilen varyans analiz sonuçlarından anlaşılacağı üzere varyasyon kaynaklarından sadece muamele, maya-küf sayısı üzerinde etkili olmuştur ( $P < 0,01$ ).

**Çizelge 4.30: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen maya- küf sayıları**

Muamele	Depolama	Maya-Küf (log kob/g)		
		1	2	3
SK	0	2,00	2,48	2,30
	30	2,00	2,30	2,48
	60	2,30	2,00	2,00
PK	0	3,45	2,00	3,30
	30	2,95	2,70	2,78
	60	2,70	2,78	2,30
SK+PK	0	2,85	3,53	3,48
	30	2,70	3,00	2,30
	60	2,30	2,30	2,90

SK: Starter Kültür, PK: Probiyotik Kültür

**Çizelge 4.31: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen maya- küf sayılarına ait varyans analiz sonuçları**

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	2	1,158	8,393**
Depolama Süresi (DS)	2	0,405	2,933
Blok	2	0,050	0,360
M x DS	4	0,085	0,619
Hata	16	0,138	
Genel	27		

\*\*P < 0.01 seviyesinde önemli

Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen maya- küf sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.32’de verilmiştir. Buna göre en düşük maya-küf sayısı sadece starter kültür kullanılarak üretilen grupta belirlenmiştir. Probiyotik kültür içeren gruplar arasında ise istatistiki açıdan önemli bir farklılık belirlenmemiştir (Çizelge 4.32). Depolama sırasında ise önemli bir değişim gözlenmemiştir (Çizelge 4.33).

**Çizelge 4.32: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen maya- küf sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları**

Muamele	N	Maya- Küf (log kob/g)
Starter kültür	9	2,21±0,21b
Probiyotik kültür	9	2,77±0,45a
Starter kültür+ Probiyotik kültür	9	2,87±0,43a

**Çizelge 4.33: Depolama değişkenine ait maya- küf sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları**

Depolama Süresi (gün)	N	Maya- Küf (log kob/g)
0	9	2,82±0,64a
30	9	2,63±0,32a
60	9	2,40±0,32a

#### 4.10 Duyusal Analiz Sonuçları

Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen duyusal analiz değerleri Çizelge 4.34’te verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.35’te verilmiştir. Buna göre muamele faktörü; koku, tat ve genel kabul edilebilirlik parametreleri üzerinde çok önemli ( $P < 0,01$ ) düzeyde etkili olmuştur. Renk ve tekstür ise muamele faktöründen etkilenmemiştir. Depolama süresi faktörünün ise duyusal parametreler üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak Çizelge 4.35’ten de görüldüğü gibi muamele x depolama süresi interaksiyonu, tekstür ( $P < 0,01$ ) ve tat ( $P < 0,05$ ) duyusal parametreleri üzerinde etki göstermiştir.

**Çizelge 4.34: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen duyu analizi değerleri**

Muamele	Depolama	Blok	Renk	Tekstür	Koku	Tat	Genel Kabul Edilebilirlik
SK	0	1	6,7	6,9	6,8	6,9	6,6
		2	7,0	6,9	7,2	7,1	6,9
		3	7,2	7,4	7,4	7,0	7,2
	30	1	6,5	6,8	6,7	6,1	6,7
		2	7,4	7,0	6,9	6,5	7,0
		3	6,9	7,2	7,4	7,4	7,4
	60	1	7,2	7,7	7,7	7,9	7,0
		2	7,6	7,6	7,8	8,1	6,9
		3	7,4	7,3	7,1	7,5	7,7
PK	0	1	7,2	7,3	6,3	6,3	6,4
		2	6,8	7,1	6,4	5,9	6,0
		3	7,6	7,1	6,7	6,0	5,9
	30	1	7,4	6,9	6,0	6,6	6,2
		2	7,5	6,8	6,2	6,1	5,9
		3	6,9	7,0	6,5	5,8	6,4
	60	1	7,5	7,5	5,9	6,2	6,0
		2	7,0	7,2	6,1	6,4	6,3
		3	6,9	7,0	6,6	5,7	5,9
SK+PK	0	1	7,4	7,2	7,2	7,5	7,5
		2	7,5	7,4	7,9	7,0	7,4
		3	6,9	7,1	8,0	7,2	7,2
	30	1	7,6	7,6	7,0	7,4	7,7
		2	7,2	7,3	7,6	7,6	7,3
		3	7,4	7,4	7,3	7,2	7,4
	60	1	7,2	7,0	7,1	7,4	7,5
		2	7,3	7,1	7,9	7,5	7,4
		3	7,6	7,1	8,0	7,0	7,0

SK: Starter Kültür, PK: Probiyotik Kültür

**Çizelge 4.35: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen duyu analizi değerlerine ait varyans analiz sonuçları**

Varyasyon Kaynakları	SD	Renk		Tekstür		Koku		Tat		Genel kabul edilebilirlik	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Muamele (M)	2	0,136	1,282	0,049	1,330	3,807	53,993**	3,863	31,579**	3,880	45,058**
Depolama Süresi (DS)	2	0,056	0,527	0,067	1,810	0,225	3,188	0,313	2,556	0,023	0,271
Blok	2	0,011	0,108	0,007	0,190	0,563	7,979 **	0,078	0,639	0,028	0,323
M x DS	4	0,088	0,826	0,190	5,140 **	0,109	1,542	0,400	3,269*	0,037	0,426
Hata	16	0,106		0,037		0,071		0,122		0,086	
Genel	27										

\*P < 0.05 seviyesinde önemli ; \*\*P < 0.01 seviyesinde önemli

Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen duyu analizi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.36'da verilmiştir. Buna göre koku açısından en düşük değer probiyotik kültür grubunda belirlenmiştir. Ancak probiyotik kültürün starter kültür ile birlikte kullanıldığı grupta koku değeri önemli ölçüde artış göstermiştir. Tat açısından ise en düşük değeri yine sadece probiyotik kültür içeren grup vermiştir. Tat parametresi açısından diğer iki grup arasında ise önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Buna karşın sadece starter kültür içeren grup, starter kültür+ probiyotik kültür içeren gruba göre daha düşük bir genel kabul edilebilirlik değeri vermiştir. En düşük ortalama genel kabul edilebilirlik değeri ise probiyotik kültür grubunda belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre probiyotik kültür kullanımı, bazı duyu parametrelerinde düşüşe neden olmaktadır. Burada özellikle koku, tat ve genel kabul edilebilirlik parametrelerine ait skorların 7'nin altında olması probiyotik kültürün starter kültür ile birlikte kullanılması gerektiğine işaret etmektedir. Depolama sırasında duyu parametrelerinde önemli bir değişim olmazken (Çizelge 4.37) tekstür ve tat parametrelerinde muamele faktörüne bağlı bir değişim gözlenmemiştir.

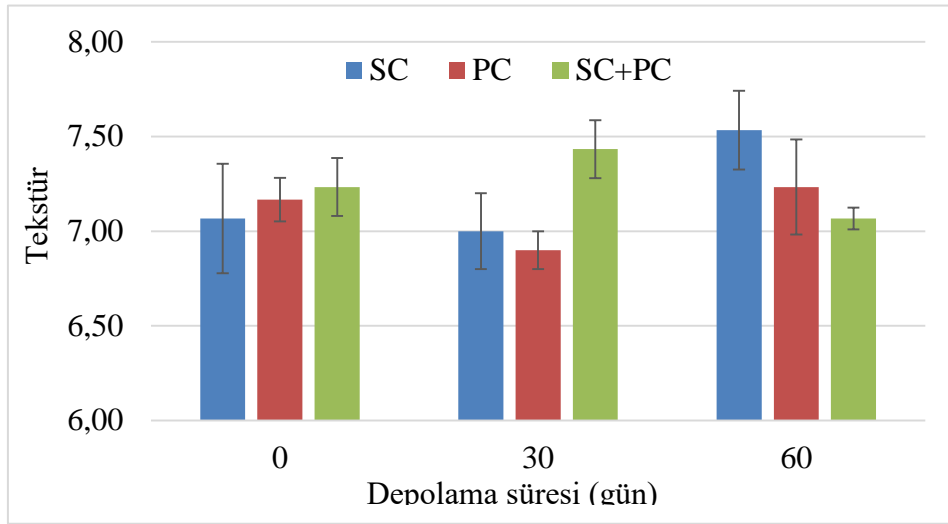
**Çizelge 4.36: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen duyu analizi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları**

Muamele	N	Renk	Tekstür	Koku	Tat	Genel kabul edilebilirlik
Starter kültür	9	7,10±0,36a	7,20±0,32a	7,22±0,39b	7,17±0,64a	7,04±0,34b
Probiyotik kültür	9	7,20±0,31a	7,10±0,21a	6,30±0,27c	6,11±0,29b	6,11±0,21c
Starter kültür+ Probiyotik kültür	9	7,34±0,22a	7,24±0,19a	7,56±0,41a	7,31±0,22a	7,38±0,20a

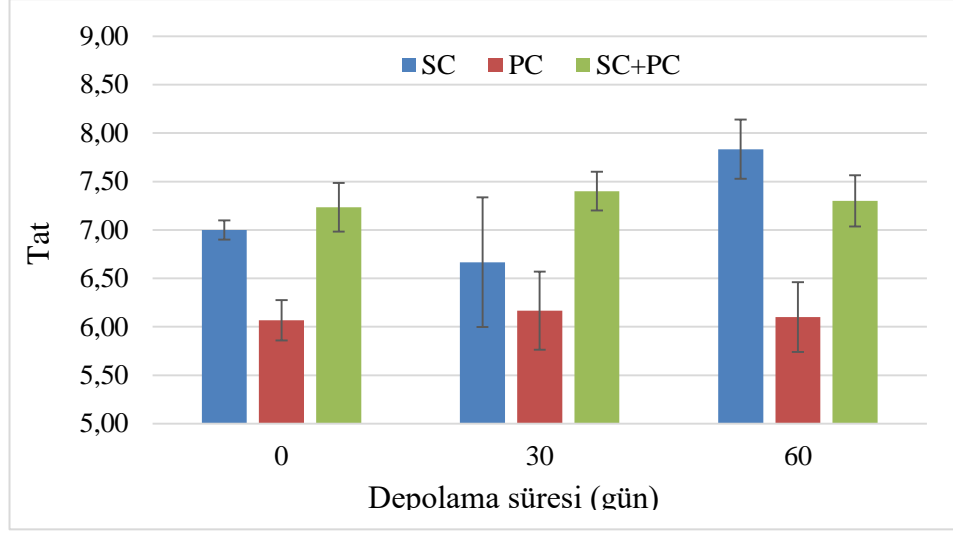
**Çizelge 4.37: Depolama değişkenine ait duyu analizi değeri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma test sonuçları**

Depolama Süresi (gün)	N	Renk	Tekstür	Koku	Tat	Genel kabul edilebilirlik
0	9	7,14±0,32a	7,16±0,18a	7,10±0,61a	6,77±0,56a	6,79±0,59a
30	9	7,20±0,36a	7,11±0,28a	6,84±0,55a	6,74±0,67a	6,89±0,62a
60	9	7,30±0,25a	7,28±0,26a	7,13±0,79a	7,08±0,81a	6,86±0,65a

Sucuğun tekstür parametresi üzerinde çok önemli ( $P < 0,01$ ) etkisi saptanan muamele x depolama süresi interaksyonu Şekil 4.2’de verilmiştir. Depolama başlangıcında ve depolamanın 30.gününde tekstür açısından starter kültür/probiyotik kültür kombinasyonu (SC+PC) daha yüksek değer gösterirken depolamanın sonunda diğer muamele gruplarına göre daha düşük bir ortalama değer vermiştir. Diğer taraftan tat açısından depolama süresince probiyotik kültür grubu daha düşük puanlarla değerlendirilmiştir (Şekil 4.3). Depolama sonunda hem starter kültür kullanılan grup (SC) hem de her iki kültürü içeren grup (SC+PC), probiyotik sucuk grubuna (PC) göre daha yüksek değerler vermiştir. Bu sonuçlar probiyotik kültürün ürünün tadı üzerinde starter kültürler kadar etkili olmadığını göstermektedir.



**Şekil 4.2: Sucuğun tekstür parametresi üzerine muamele x depolama süresi interaksyonunun etkisi**



**Şekil 4.3: Sucuğun tat parametresi üzerine muamele x depolama süresi interaksiyonunun etkisi**

#### 4.11. Uçucu Bileşikler

Kuru fermente sucukların uçucu bileşik profili üretimde uygulanan proses şartlarının yanı sıra formülasyonda yer alan yağ çeşidi ya da kullanılan mikrobiyal kültüre bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Kaya ve Kaban, 2024). Ayrıca fermente sosis üretiminde bilinen starter kültürlerden farklı olarak probiyotik karaktere sahip alternatif laktik bakteri suş kullanımı, ürün uçucu profilinde istenmeyen koku bileşiklerinin maskelenmesine yardımcı olmakta ve ürün uçucu profilinin stabilitesine destek sağlamaktadır (Bis Souza et al., 2019). Ancak kuru fermente sosis üretiminde kullanılan probiyotik mikroorganizmaların olgunlaştırma sürecinde üründe gözlemlenen biyokimyasal değişimler üzerindeki rolünün aydınlatılmasına dönük daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğu literatürde belirtilmektedir (Sidira et al., 2015a). Araştırma kapsamında starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucukların uçucu bileşik profili incelenmiş ve 9 farklı kimyasal gruba giren 48 bileşik saptanmıştır (Çizelge 4.38). Bu bileşiklerin 4'ünün aldehit, 2'sinin keton, 6'sının sülfürlü bileşik, 6'sının alkol, 19'unun terpen, 1'inin azotlu bileşik, 1'inin asit, 6'sının aromatik hidrokarbon ve 3'ünün ise alifatik hidrokarbon sınıfına girdiği belirlenmiştir.

**Çizelge 4.38: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen uçucu bileşiklere ait değerler (Arbitrary Area Units  $\times 10^{-6}$ )**

Muamele	Depolama	Blok	Etanol	Hekzan	Alil merkaptan	3 metil-2-bütanon	Asetik asit
Starter kültür	0	1	8,12	55,89	54,9	8,96	35,39
		2	13,84	29,86	39,02	5,55	24,51
		3	10,65	44,34	25,42	7,20	23,14
	30	1	15,48	46,25	62,39	3,72	36,41
		2	17,99	34,01	39,55	4,63	32,93
		3	16,64	48,23	24,36	4,77	34,15
	60	1	19,61	51,87	66,91	2,28	35,59
		2	15,35	25,19	70,69	3,21	42,99
		3	17,42	48,46	34,16	4,45	23,60
Probiyotik kültür	0	1	16,67	53,34	49,60	6,93	20,86
		2	23,20	31,66	37,61	5,68	14,30
		3	28,21	15,85	46,20	6,24	19,46
	30	1	9,11	50,52	46,04	4,00	35,79
		2	28,01	26,46	37,08	4,49	16,69
		3	25,95	14,55	48,67	3,76	17,51
	60	1	14,36	74,94	65,98	4,55	44,99
		2	13,81	21,78	47,91	3,65	17,39
		3	32,31	11,99	34,56	3,79	25,62
Starter kültür + Probiyotik kültür	0	1	13,09	43,46	60,28	3,38	35,76
		2	12,87	28,83	45,83	5,46	13,84
		3	18,93	33,72	29,92	5,29	15,46
	30	1	10,53	47,88	75,87	4,85	41,03
		2	25,43	27,61	30,57	3,48	24,01
		3	16,89	42,56	34,85	3,11	18,55
	60	1	16,28	54,95	62,99	5,68	55,26
		2	27,55	14,86	46,97	3,00	22,02
		3	11,13	29,84	37,62	3,67	37,39

**Çizelge 4.38. (devamı) Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen uçucu bileşiklere ait değerler (Arbitrary Area Units ( $\times 10^{-6}$ ))**

Muamele	Depolama	Blok	Heptan	Alil metil sülfid	3-hidroksi- 2-bütanon	1-metil- 1H- pirol	Toluen
<b>Starter kültür</b>	0	1	70,51	18,43	17,52	1,01	5,79
		2	65,75	15,42	12,46	1,23	4,32
		3	61,23	20,22	21,23	1,30	5,00
	30	1	69,25	15,46	14,85	1,26	5,48
		2	70,12	18,2	18,53	1,09	6,13
		3	60,45	16,82	19,87	1,45	4,36
	60	1	78,25	19,95	12,31	1,43	3,84
		2	69,67	20,21	16,55	1,11	4,62
		3	62,70	22,23	18,75	1,37	3,11
<b>Probiyotik kültür</b>	0	1	49,19	21,41	11,66	1,62	6,50
		2	51,34	22,45	9,45	1,42	5,44
		3	44,39	18,7	13,34	1,58	4,98
	30	1	63,02	19,34	13,98	1,13	3,66
		2	60,09	17,49	14,58	1,36	4,23
		3	58,34	20,34	11,23	1,38	3,51
	60	1	76,6	14,72	12,28	1,27	4,41
		2	70,23	10,43	10,45	1,20	3,42
		3	68,71	9,56	14,11	1,44	4,56
<b>Starter kültür + Probiyotik kültür</b>	0	1	63,31	15,99	14,27	0,98	3,93
		2	60,65	18,39	16,26	1,24	5,43
		3	58,88	14,36	8,73	1,30	4,22
	30	1	65,73	19,66	13,59	1,49	5,70
		2	62,39	17,44	8,86	1,22	5,09
		3	61,24	22,68	11,36	1,27	3,45
	60	1	56,21	14,74	12,27	1,28	5,73
		2	60,43	10,43	8,32	1,44	3,46
		3	54,48	16,69	9,41	1,31	4,03

**Çizelge 4.38. (devamı) Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen uçucu bileşiklere ait değerler (Arbitrary Area Units ( $\times 10^{-6}$ ))**

Muamele	Depolama	Blok	Oktan	Hekzanal	3,3'- tiyobis-1- propen	p-ksilen	1-Hekzanol
<b>Starter kültür</b>	0	1	3,62	1,73	19,15	1,35	1,98
		2	4,22	1,25	16,32	1,65	1,56
		3	4,00	1,39	20,1	1,06	1,83
	30	1	2,52	2,58	13,82	0,72	1,05
		2	2,33	1,99	12,56	0,88	1,27
		3	2,56	1,92	15,43	1,76	1,34
	60	1	2,87	2,78	10,97	1,79	1,29
		2	3,43	2,01	11,25	0,83	1,41
		3	2,11	2,84	16,11	1,11	1,04
<b>Probiyotik kültür</b>	0	1	4,20	0,65	18,51	1,56	1,37
		2	4,56	1,11	19,22	1,43	1,28
		3	3,11	0,92	15,4	1,65	1,40
	30	1	3,76	1,32	10,76	1,62	1,22
		2	3,54	1,19	21,19	1,40	1,19
		3	2,99	1,08	23,00	1,37	1,32
	60	1	3,08	1,21	19,37	1,4	1,09
		2	2,65	1,29	11,65	1,32	1,13
		3	3,42	0,97	20,69	1,55	1,25
<b>Starter kültür + Probiyotik kültür</b>	0	1	1,93	1,96	12,24	1,65	1,56
		2	2,12	1,65	14,42	1,35	1,61
		3	3,45	1,43	10,11	1,29	1,34
	30	1	4,20	1,29	14,24	0,82	1,22
		2	2,40	1,12	10,56	1,26	1,37
		3	2,61	1,40	9,45	1,65	1,53
	60	1	3,18	1,14	19,42	1,30	1,57
		2	2,56	0,99	12,27	1,52	1,30
		3	2,81	1,33	8,03	1,29	1,38

**Çizelge 4.38. (devamı) Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen uçucu bileşiklere ait değerler (Arbitrary Area Units ( $\times 10^{-6}$ ))**

Muamele	Depolama	Blok	Stiren	alfa-thujen	Heptanal	2-heptanol	alfa-pinen
<b>Starter kültür</b>	0	1	1,83	3,58	1,39	0,51	14,88
		2	2,80	4,23	1,48	0,77	19,32
		3	2,25	3,69	1,26	0,81	15,50
	30	1	2,19	4,12	1,08	0,99	20,49
		2	2,23	3,56	0,79	0,82	19,26
		3	2,69	3,91	1,99	0,65	15,31
	60	1	3,19	1,68	1,04	0,31	17,22
		2	3,51	2,34	1,67	0,44	20,20
		3	2,54	3,65	1,32	0,56	16,42
<b>Probiyotik kültür</b>	0	1	1,61	3,77	1,23	0,78	16,02
		2	3,71	2,45	1,45	0,67	18,43
		3	3,68	3,84	1,29	0,64	14,32
	30	1	2,35	3,21	1,54	0,49	17,16
		2	2,56	3,45	1,38	0,63	20,23
		3	3,55	2,66	1,60	0,70	13,22
	60	1	1,92	3,41	1,51	0,77	15,55
		2	3,29	2,65	1,22	0,56	11,47
		3	2,14	2,80	1,56	0,45	19,58
<b>Starter kültür + Probiyotik kültür</b>	0	1	2,53	2,68	1,08	0,48	18,41
		2	2,88	2,90	1,30	0,90	22,34
		3	4,22	2,85	1,21	0,57	17,19
	30	1	1,42	3,88	0,94	0,68	21,21
		2	3,02	2,57	1,52	0,85	16,45
		3	3,60	2,18	0,76	0,89	22,22
	60	1	1,92	3,41	1,51	0,95	15,56
		2	2,76	2,80	1,40	0,82	12,39
		3	2,28	2,14	1,62	0,58	26,98

**Çizelge 4.38. (devamı) Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen uçucu bileşiklere ait değerler (Arbitrary Area Units ( $\times 10^{-6}$ ))**

Muamele	Depolama	Blok	(1-metiletil)- benzene (kümen)	Metil 2- propenil disülfid	Kampen	beta- thujen	beta- pinen
Starter kültür	0	1	1,37	6,86	3,14	2,20	25,53
		2	1,44	5,37	3,22	3,45	28,58
		3	1,53	7,58	4,10	4,03	24,71
	30	1	1,61	5,06	3,81	3,99	29,83
		2	1,68	5,56	4,25	2,78	27,26
		3	1,39	6,61	3,77	3,56	23,10
	60	1	1,58	4,03	0,94	1,43	17,16
		2	1,75	3,47	4,89	2,38	28,57
		3	1,28	2,44	4,32	3,22	24,73
Probiyotik kültür	0	1	1,31	9,71	3,39	2,60	23,61
		2	1,47	3,09	3,03	3,16	25,19
		3	1,11	6,83	2,65	4,18	23,81
	30	1	0,99	6,66	1,14	1,71	19,81
		2	1,16	2,47	2,47	5,67	16,07
		3	1,45	7,45	3,36	1,45	24,68
	60	1	1,20	4,75	3,21	4,01	22,03
		2	1,09	4,53	4,53	3,35	27,82
		3	1,53	3,79	3,79	3,67	23,86
Starter kültür + Probiyotik kültür	0	1	1,55	4,34	1,46	1,13	14,16
		2	2,01	6,37	5,09	1,67	27,66
		3	1,24	3,32	3,33	1,88	25,12
	30	1	1,88	4,19	3,94	2,06	23,00
		2	1,76	7,18	3,85	1,84	21,09
		3	1,52	3,11	2,65	1,45	27,18
	60	1	1,42	2,75	3,21	2,12	25,01
		2	1,70	7,43	4,69	1,45	27,43
		3	1,36	3,93	2,34	1,22	23,93

**Çizelge 4.38. (devamı) Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen uçucu bileşiklere ait değerler (Arbitrary Area Units ( $\times 10^{-6}$ ))**

Muamele	Depolama	Blok	beta- mirisen	1- heptanol	alfa- felandren	3- Karen	4- Karen
Starter kültür	0	1	19,48	1,25	11,25	22,74	4,09
		2	18,33	1,19	5,84	15,88	3,20
		3	21,22	1,32	9,65	20,3	4,11
	30	1	16,33	1,41	8,26	21,38	3,46
		2	21,11	1,27	11,43	14,33	4,50
		3	24,34	1,14	8,12	21,45	2,87
	60	1	22,58	1,01	12,86	12,8	6,02
		2	19,34	1,24	5,76	15,14	3,72
		3	19,23	1,38	9,55	20,12	3,19
Probiyotik kültür	0	1	17,39	2,43	9,74	23,08	5,36
		2	19,51	3,11	4,73	16,26	4,55
		3	16,16	2,18	7,77	21,48	5,78
	30	1	18,63	3,41	10,19	12,56	5,12
		2	17,72	2,99	4,46	24,81	6,24
		3	15,78	3,72	6,83	25,45	3,12
	60	1	10,26	3,91	12,15	25,62	7,61
		2	13,15	3,84	5,49	15,28	2,48
		3	16,38	2,76	7,32	24,97	5,81
Starter kültür + Probiyotik kültür	0	1	19,15	2,64	10,77	13,11	4,52
		2	18,18	2,45	6,03	15,46	3,11
		3	14,55	3,04	9,69	23,45	5,62
	30	1	16,16	2,88	8,09	24,73	2,97
		2	17,13	2,67	7,21	20,51	4,55
		3	18,39	3,12	9,88	26,77	5,23
	60	1	21,03	3,91	12,16	25,62	7,61
		2	16,58	3,45	5,45	15,51	6,78
		3	15,09	2,94	6,52	27,42	4,80

**Çizelge 4.38. (devamı) Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen uçucu bileşiklere ait değerler (Arbitrary Area Units ( $\times 10^{-6}$ ))**

Muamele	Depolama	Blok	D-Limonen	1-metil-2-(1-metiletil)-benzen	Eukalyptol	Gama terpinen	Benzene metanol
Starter kültür	0	1	24,87	92,79	3,94	69,74	1,40
		2	12,48	88,80	3,11	57,62	1,23
		3	22,98	87,00	4,56	71,76	1,07
	30	1	19,17	98,24	5,06	58,01	1,10
		2	10,17	70,93	3,42	72,34	1,19
		3	21,58	85,69	3,80	73,89	1,34
	60	1	25,56	107,29	3,71	88,48	1,56
		2	11,38	71,16	3,56	78,87	1,47
		3	23,29	90,10	4,27	59,65	1,38
Probiyotik kültür	0	1	20,86	104,34	6,63	62,88	1,73
		2	12,68	73,94	7,34	59,72	1,49
		3	12,19	85,41	3,21	51,23	1,70
	30	1	25,23	96,89	3,43	67,92	1,55
		2	10,19	64,10	4,16	69,00	1,90
		3	13,45	78,08	3,78	59,19	0,88
	60	1	29,14	91,48	4,17	78,67	1,37
		2	12,12	63,19	3,55	70,79	1,22
		3	14,23	78,61	4,04	73,45	1,40
Starter kültür + Probiyotik kültür	0	1	28,37	97,88	3,52	75,59	1,27
		2	13,42	72,63	3,81	51,09	1,15
		3	21,21	68,40	2,97	68,72	1,24
	30	1	16,71	99,34	4,48	54,77	1,55
		2	26,78	69,60	3,45	65,90	1,42
		3	24,44	72,53	3,92	73,28	1,26
	60	1	29,14	91,48	4,17	80,68	1,37
		2	14,55	66,81	4,18	70,11	1,48
		3	24,31	74,46	3,78	75,45	1,59

**Çizelge 4.38. (devamı) Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen uçucu bileşiklere ait değerler (Arbitrary Area Units ( $\times 10^{-6}$ ))**

Muamele	Depolama	Blok	Dialil disülfid	Linalool	Nonanal	Kafur	Terpinen-4-ol
<b>Starter kültür</b>	0	1	14,89	14,83	2,84	0,96	4,89
		2	12,3	18,25	2,92	1,24	3,55
		3	9,58	17,72	3,10	3,20	3,78
	30	1	8,77	18,62	2,32	3,34	3,67
		2	11,90	12,63	2,44	2,31	4,53
		3	13,33	13,36	3,15	2,56	3,81
	60	1	12,26	20,29	4,64	2,64	5,89
		2	10,56	13,26	3,98	2,78	4,58
		3	9,67	16,21	4,09	2,96	4,32
<b>Probiyotik kültür</b>	0	1	12,41	19,56	3,65	2,06	2,90
		2	14,56	12,86	2,37	3,19	2,67
		3	8,45	17,05	3,21	2,14	2,54
	30	1	20,78	19,81	4,67	3,71	5,77
		2	10,6	12,25	2,60	2,87	3,42
		3	8,34	17,91	2,78	2,11	3,56
	60	1	14,15	14,89	2,34	2,77	2,44
		2	9,34	12,96	2,56	2,43	4,36
		3	12,32	16,14	3,71	2,71	3,65
<b>Starter kültür + Probiyotik kültür</b>	0	1	16,62	19,42	2,71	0,87	6,26
		2	11,25	14,41	2,52	1,14	5,43
		3	10,9	17,32	2,43	1,78	3,22
	30	1	9,12	16,74	2,41	4,32	3,21
		2	12,34	13,35	2,57	1,25	4,38
		3	10,57	19,38	2,80	3,40	3,14
	60	1	8,16	14,91	4,36	2,81	4,00
		2	10,44	12,21	3,45	3,46	4,09
		3	11,98	17,76	4,19	2,92	3,15

**Çizelge 4.38. (devamı) Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen uçucu bileşiklere ait değerler (Arbitrary Area Units ( $\times 10^{-6}$ ))**

Muamele	Depolama	Blok	Dekanal	Alfa terpineol	Kumin aldehit	4-(1-metiletil)-benzenmetanol	Eugenol
Starter kültür	0	1	1,76	1,30	23,15	8,79	1,34
		2	1,65	2,52	20,93	7,33	1,26
		3	1,72	1,46	28,64	9,29	1,42
	30	1	7,01	2,20	15,56	5,47	3,46
		2	2,36	1,60	23,44	9,43	2,65
		3	4,67	2,38	27,11	7,70	2,91
	60	1	5,43	4,11	21,28	10,83	2,82
		2	5,23	3,14	14,53	7,76	3,16
		3	4,66	3,55	27,21	6,68	1,57
Probiyotik kültür	0	1	4,13	1,43	17,88	6,83	2,78
		2	4,19	1,30	29,58	5,09	2,11
		3	3,24	1,67	25,31	3,43	2,54
	30	1	6,41	4,63	26,02	8,07	2,45
		2	4,50	2,71	19,74	3,34	2,67
		3	3,77	3,19	25,12	4,08	2,87
	60	1	2,83	1,73	24,31	6,13	2,95
		2	4,56	3,44	17,27	4,66	2,35
		3	4,87	3,65	23,19	5,20	2,69
Starter kültür + Probiyotik kültür	0	1	3,79	2,91	25,06	7,33	2,21
		2	4,32	2,30	33,83	5,39	2,44
		3	3,40	2,54	20,75	8,47	2,65
	30	1	5,55	1,78	22,21	6,45	2,58
		2	4,57	1,42	20,78	5,14	2,47
		3	4,65	1,65	12,46	11,41	2,71
	60	1	3,11	1,88	16,12	7,75	2,49
		2	4,73	1,87	16,81	5,51	2,53
		3	4,80	1,32	17,52	8,14	2,63

**Çizelge 4.38. (devamı) Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen uçucu bileşiklere ait değerler (Arbitrary Area Units ( $\times 10^{-6}$ ))**

Muamele	Depolama	Blok	1,2-dimetoksi-4-(2-propenil)-benzen	Karyofilen	Karbon disülfid
<b>Starter kültür</b>	0	1	2,29	2,81	6,26
		2	6,34	2,54	7,41
		3	7,19	2,65	5,43
	30	1	4,39	2,76	5,46
		2	4,04	3,06	5,67
		3	4,47	3,57	3,79
	60	1	7,39	5,85	2,33
		2	9,39	3,88	4,58
		3	4,73	4,69	4,58
<b>Probiyotik kültür</b>	0	1	2,03	2,34	4,58
		2	5,56	2,34	4,58
		3	5,96	2,56	4,58
	30	1	2,75	6,11	4,58
		2	4,58	2,71	4,58
		3	5,69	4,44	4,58
	60	1	2,10	2,79	4,58
		2	10,54	3,58	4,58
		3	6,50	2,70	4,58
<b>Starter kültür + Probiyotik kültür</b>	0	1	5,66	4,87	4,58
		2	2,40	2,24	4,58
		3	6,37	2,56	4,58
	30	1	1,13	2,26	4,58
		2	4,13	2,51	4,58
		3	6,98	2,67	4,58
	60	1	2,10	2,81	4,58
		2	7,34	2,55	4,58
		3	7,88	2,60	4,58

Araştırma kapsamında üretilen sucuk örneklerinde belirlenen uçucu bileşiklere ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.39'da sunulmuştur. Varyans analiz sonuçlarına göre aldehit grubuna giren ve mikrobiyal kültür faktöründen çok önemli ( $P < 0,01$ ) derecede etkilenen bileşik sadece hekzanal olmuştur. Keton grubuna giren iki bileşikten birisi olan 3-hidroksi-2-bütanon mikrobiyal kültür faktöründen çok önemli ( $P < 0,01$ ) derecede etkilenmiştir. Kükürtlü bileşik grubuna giren 3,3'-tiyobis-1-propen üzerinde mikrobiyal kültür faktörünün  $P < 0,05$  düzeyinde etkisi olmuştur. Mikrobiyal kültür faktörü alkollerden 1-hekzanol ve 4-(1-metiletil)-benzenmetanol üzerinde önemli ( $P < 0,05$ ), 1-heptanol üzerinde ise çok önemli ( $P < 0,01$ ) düzeyde etki göstermiştir. Mikrobiyal kültür faktörü 19 terpen bileşiğinden beta thujen ( $P < 0,01$ ) ve beta-miriseni ( $P < 0,05$ ) etkilemiştir. 1-metil-2-(1-metiletil)-benzen ( $P < 0,05$ ) ve (1-metiletil)-benzen (kümen) ( $P < 0,01$ ), mikrobiyal kültür faktöründen etkilenen aromatik hidrokarbonlardır. Ayrıca heptanda mikrobiyal kültür faktöründen çok önemli ( $P < 0,01$ ) derecede etkilenmiştir.

Depolama süresi aldehit grubuna giren dekanal üzerinde önemli ( $P < 0,05$ ), nonanal üzerinde ise çok önemli ( $P < 0,01$ ) etki göstermiştir. 3 metil-2-bütanon, depolama faktöründen  $P < 0,01$  düzeyinde etkilenmiştir. Depolama süresi, kükürtlü bileşiklerden alil metil sülfid üzerinde önemli ( $P < 0,05$ ) etki göstermiştir. 1-hekzanol ve 1-heptanol de depolama süresi faktöründen sırasıyla  $P < 0,01$  ve  $P < 0,05$  düzeyinde etkilenmiştir. Depolama süresi, asetik asit, gama terpinen, kafur ve alfa terpineol bileşikleri üzerinde önemli ( $P < 0,05$ ), heptan ve eugenol üzerinde ise çok önemli ( $P < 0,01$ ) etki göstermiştir.

Mikrobiyal kültür x depolama interaksyonunun uçucu bileşikler üzerindeki etkisi incelendiğinde, nonanal, terpinen-4-ol ve eugenol'ün  $P < 0,05$ , hekzanal, alil metil sülfid, alfa terpineol, karyofilen ve heptan üzerinde ise  $P < 0,01$  düzeyinde etkili olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 4.39: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen uçucu bileşiklere ait varyans analiz sonuçları**

<b>Aldehit</b>		<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>
Hekzanal	Muamele (M)	2	2,247	35,986**
	Depolama Süresi (DS)	2	0,181	2,903
	MxDS	4	0,521	8,343**
Heptanal	Muamele (M)	2	0,058	0,662
	Depolama Süresi (DS)	2	0,054	0,620
	MxDS	4	0,065	0,744
Nonanal	Muamele (M)	2	0,128	0,458
	Depolama Süresi (DS)	2	2,125	7,631**
	MxDS	4	1,119	4,019*
Dekanal	Muamele (M)	2	0,664	0,547
	Depolama Süresi (DS)	2	7,203	5,926*
	MxDS	4	2,437	2,005
<b>Keton</b>		<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>
3 metil-2-bütanon	Muamele (M)	2	1,416	1,326
	Depolama Süresi (DS)	2	13,753	12,882**
	MxDS	4	2,133	1,998
3-hidroksi-2-bütanon	Muamele (M)	2	76,766	9,063**
	Depolama Süresi (DS)	2	4,946	0,584
	MxDS	4	3,689	0,436
<b>Sülfürlü bileşik</b>		<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>
Karbon disülfid	Muamele (M)	2	0,682	1,694
	Depolama Süresi (DS)	2	1,614	4,011*
	MxDS	4	1,614	4,011*
Alil merkaptan	Muamele (M)	2	3,646	0,035
	Depolama Süresi (DS)	2	204,349	1,976
	MxDS	4	52,545	0,508
Alil metil sülfid	Muamele (M)	2	8,277	1,650
	Depolama Süresi (DS)	2	28,005	5,583*
	MxDS	4	42,204	8,413**
3,3'-tiyobis-1-propen	Muamele (M)	2	66,838	4,210*
	Depolama Süresi (DS)	2	8,471	0,534
	MxDS	4	11,305	0,712
Metil 2-propenil disülfid	Muamele (M)	2	1,271	0,304
	Depolama Süresi (DS)	2	7,758	1,858
	MxDS	4	2,294	0,549
Dialil disülfid	Muamele (M)	2	2,857	0,299
	Depolama Süresi (DS)	2	4,079	0,427
	MxDS	4	2,872	0,301

\*P < 0.05 seviyesinde önemli ; \*\*P < 0.01 seviyesinde önemli

**Çizelge 4.39. (Devamı) Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen uçucu bileşiklere ait varyans analiz sonuçları**

<b>Alkol</b>		<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>
Etanol	Muamele (M)	2	92,980	2,539
	Depolama Süresi (DS)	2	16,963	0,463
	MxDS	4	18,214	0,497
1-hekzanol	Muamele (M)	2	0,092	4,091*
	Depolama Süresi (DS)	2	0,221	9,826**
	MxDS	4	0,065	2,888
1-heptanol	Muamele (M)	2	10,145	69,233**
	Depolama Süresi (DS)	2	0,661	4,509*
	MxDS	4	0,264	1,804
2-heptanol	Muamele (M)	2	0,034	1,361
	Depolama Süresi (DS)	2	0,044	1,777
	MxDS	4	0,051	2,039
Benzenemetanol	Muamele (M)	2	0,063	1,446
	Depolama Süresi (DS)	2	0,014	0,314
	MxDS	4	0,088	2,010
4-(1-metiletil)-benzenemetanol	Muamele (M)	2	20,568	5,685*
	Depolama Süresi (DS)	2	0,069	0,019
	MxDS	4	0,566	0,156
<b>Terpen</b>		<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>
alfa- thujen	Muamele (M)	2	0,796	2,038
	Depolama Süresi (DS)	2	0,889	2,277
	MxDS	4	0,454	1,163
alfa-pinen	Muamele (M)	2	19,928	1,274
	Depolama Süresi (DS)	2	3,486	0,223
	MxDS	4	1,281	0,082
Kampen	Muamele (M)	2	0,670	0,661
	Depolama Süresi (DS)	2	0,250	0,247
	MxDS	4	0,890	0,878
beta- thujen	Muamele (M)	2	7,062	6,850**
	Depolama Süresi (DS)	2	0,091	0,088
	MxDS	4	0,687	0,666
Beta-Pinen	Muamele (M)	2	14,654	1,008
	Depolama Süresi (DS)	2	2,178	0,150
	MxDS	4	16,118	1,109
Beta-Myrcen	Muamele (M)	2	39,912	6,022*
	Depolama Süresi (DS)	2	4,669	0,704
	MxDS	4	7,205	1,087
D-Limonen	Muamele (M)	2	66,600	2,713
	Depolama Süresi (DS)	2	8,754	0,357
	MxDS	4	5,998	0,244

\*P < 0.05 seviyesinde önemli ; \*\*P < 0.01 seviyesinde önemli

**Çizelge 4.39. (Devamı) Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen uçucu bileşiklere ait varyans analiz sonuçları**

<b>Terpen (devamı)</b>		<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>
Ökalyptol	Muamele (M)	2	1,139	1,426
	Depolama Süresi (DS)	2	0,487	0,610
	MxDS	4	1,704	2,135
Gama terpinen	Muamele (M)	2	39,671	0,484
	Depolama Süresi (DS)	2	351,735	4,291*
	MxDS	4	16,934	0,207
Linalool	Muamele (M)	2	0,137	0,031
	Depolama Süresi (DS)	2	4,579	1,022
	MxDS	4	3,132	0,699
Kafur	Muamele (M)	2	0,151	0,225
	Depolama Süresi (DS)	2	3,068	4,571*
	MxDS	4	0,561	0,836
Terpinen-4-ol	Muamele (M)	2	1,760	2,551
	Depolama Süresi (DS)	2	0,048	0,069
	MxDS	4	2,139	3,100*
alfa terpineol	Muamele (M)	2	1,116	2,846
	Depolama Süresi (DS)	2	1,473	3,758*
	MxDS	4	2,827	7,212**
Kumin aldehit	Muamele (M)	2	15,420	0,568
	Depolama Süresi (DS)	2	64,240	2,365
	MxDS	4	15,504	0,571
Eugenol	Muamele (M)	2	0,240	1,690
	Depolama Süresi (DS)	2	1,082	7,638**
	MxDS	4	0,586	4,138*
Karyofilen	Muamele (M)	2	1,309	2,103
	Depolama Süresi (DS)	2	1,323	2,125
	MxDS	4	3,054	4,905**
alfa-fellandren	Muamele (M)	2	5,476	1,513
	Depolama Süresi (DS)	2	0,222	0,061
	MxDS	4	0,772	0,213
3-karen	Muamele (M)	2	27,072	1,687
	Depolama Süresi (DS)	2	11,382	0,709
	MxDS	4	20,072	1,250
4-karen	Muamele (M)	2	4,082	2,034
	Depolama Süresi (DS)	2	3,026	1,507
	MxDS	4	0,921	0,459
<b>Azotlu bileşik</b>		<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>
1-metil-1H-pirol	Muamele (M)	2	0,040	2,155
	Depolama Süresi (DS)	2	0,001	0,070
	MxDS	4	0,048	2,601

\*P < 0.05 seviyesinde önemli ; \*\*P < 0.01 seviyesinde önemli

**Çizelge 4.39. (Devamı) Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen uçucu bileşiklere ait varyans analiz sonuçları**

		<b>Asit</b>		
		<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>
Asetik asit	Muamele (M)	2	166,803	3,205
	Depolama Süresi (DS)	2	290,137	5,574*
	MxDS	4	28,030	0,539
		<b>Alifatik hidrokarbon</b>		
		<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>
Heptan	Muamele (M)	2	158,057	21,988**
	Depolama Süresi (DS)	2	147,368	20,501**
	MxDS	4	156,615	21,787**
Hekzan	Muamele (M)	2	204,616	1,506
	Depolama Süresi (DS)	2	0,523	0,004
	MxDS	4	27,517	0,202
Oktan	Muamele (M)	2	1,031	2,730
	Depolama Süresi (DS)	2	0,836	2,213
	MxDS	4	0,917	2,427
		<b>Aromatik hidrokarbon</b>		
		<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>
Toluen	Muamele (M)	2	0,120	0,204
	Depolama Süresi (DS)	2	1,976	3,367
	MxDS	4	1,407	2,398
p-ksilen	Muamele (M)	2	0,129	1,167
	Depolama Süresi (DS)	2	0,064	0,579
	MxDS	4	0,008	0,073
Stiren	Muamele (M)	2	0,083	0,229
	Depolama Süresi (DS)	2	0,138	0,381
	MxDS	4	0,632	1,744
(1-metiletil)-benzen (kümen)	Muamele (M)	2	0,293	6,478**
	Depolama Süresi (DS)	2	0,009	0,190
	MxDS	4	0,024	0,534
1-metil-2-(1- metiletil)- benzen	Muamele (M)	2	182,905	5,405*
	Depolama Süresi (DS)	2	48,553	1,435
	MxDS	4	32,971	0,974
1,2-dimetoksi-4-(2- propenil)- benzen	Muamele (M)	2	1,154	0,251
	Depolama Süresi (DS)	2	11,575	2,522
	MxDS	4	0,406	0,089

\*P < 0.05 seviyesinde önemli ; \*\*P < 0.01 seviyesinde önemli

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları dikkate alındığında (Çizelge 4.40) çalışma kapsamında mikrobiyal kültür faktöründen çok önemli düzeyde etkilenen tek aldehit bileşiği hekzanal'dır. Hekzanal, işlenmiş et ürünlerinde lipid oksidasyonunun önemli bir göstergesi olup bu bileşiğin linoleik ve araşidonik asit isimli iki adet çoklu doymamış ( $\omega$ -6) yağ asidinin oksidasyonu sonucu oluştuğu düşünülmektedir

(Ramirez and Cava 2007). Fermente sosislere aroma kazandıran bu bileşik ransit tat ve yeni kesilmiş çim kokusu ile karakterize edilmektedir (Olivares et al., 2009). En yüksek hekzanal değeri sadece starter kültür ile üretilen sucuklarda tespit edilirken fermentasyonda probiyotik kültür kullanımı ürün hekzanal değerini düşürmüştür. Araştırma bulgularımıza benzer olarak fruktooligosakkarit ile *Lactobacillus paracasei* ve *Lactobacillus rhmanosus* isimli ticari probiyotik kültürlerin fermente sosisin uçucu bileşikleri üzerine etkilerinin incelendiği araştırmada hekzanal isimli bileşik bulgularımıza benzer olarak probiyotik kültür içeren örneklerde daha düşük düzeyde saptanmıştır (Bis-Souza et al., 2019). Buna karşın araştırma bulgularımızdan farklı olarak üretiminde *Lactobacillus reuteri* PL519 suşunun kullanıldığı salchichon'larda saptanan hekzanal ile kontrol grubunda saptanan hekzanal bileşiği değerleri arasında bir farklılık bulunamamıştır (Ruiz Moyano et al., 2011). Depolama süresince ise nonanal ve dekanal değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Nonanal ve dekanal isimli bileşiklerin depolama süresince artış göstermesi TBARS sonuçlarından da görülebileceği üzere muhtemelen oksidatif reaksiyon ürünlerinin depolamanın ilerleyen günlerindeki artışından ileri gelmektedir. Nitekim Olivares et al. (2009) tarafından bildirildiği üzere nonanal fermente sosislere prosesin sonlarına doğru oluşan bir oksidasyon ürünüdür. Çalışma kapsamında depolama süresince her ne kadar hekzanal değerinde istatistiki bir farklılık görülme de ( $P > 0,05$ ) ortalama değerler dikkate alındığında hekzanal değerlerinde de depolama süresince kısmi bir artış yaşandığı gözlemlenmektedir. İmmobilize *Lactobacillus casei*'nin probiyotik sosislere olgunlaştırılması (45 gün) sürecinde ürün uçucu profilinde meydana getirdiği değişikliği incelemek amacıyla yürütülen araştırmada Sidira et al. (2015a), nonanal değerlerinde bulgularımıza paralel olarak olgunlaşma süresince artış yaşandığını tespit etmiş, ancak dekanal değerlerinde ise olgunlaştırmanın 28. gününde önemli derecede azalma yaşandığını ve olgunlaştırmanın 45. gününde ise dekanal'ın tespit edilemediğini beyan etmiştir.

Asetoin olarak da adlandırılan 2-Bütanon, 3-hidroksi- bileşiği laktik asit bakterilerinin karbonhidrat metabolizmasının bir yan ürünü olarak açığa çıkmaktadır (Marco et al., 2006; Ruiz Moyano et al., 2011). Mikrobiyal kültür faktörü 2-Bütanon, 3-hidroksi- isimli keton sınıfı bileşiği önemli derecede etkilemiş ve en yüksek ortalama değer sadece starter kültür kullanım durumunda gözlemlenirken ( $P < 0,05$ ) en düşük ortalama değerler ise sadece probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklar

ile starter kültür + probiyotik kültürün bir arada kullanıldığı sucuk örneklerinde saptanmıştır. Ruiz Moyano et al. (2011) tarafından salchichon üretiminde *Lactobacillus reuteri* PL519 suşunun kullanıldığı çalışmada probiyotik kültür içeren örneklerin spontan fermantasyon ile üretilen kontrol grubuna göre daha düşük ortalama 3-Hidroksi-2-bütanon değerine sahip olduğu belirlenmiştir. 2-bütanon, 3 metil isimli keton bileşiğine ait değerler ise depolama süresince önemli değişim geçirmiş ve depolamanın ilerleyen günlerinde ortalama kromatografik alanda düşüş gözlemlenmiştir. Literatürde gerçekleştirilen taramada bu bileşiğin probiyotik sosislerde saptandığına dair bir kaynak ile karşılaşılmamıştır.

Sucuk üretiminde kullanılan sarımsak sucuğun uçucu profilinde yer alan uçucu kükürtlü bileşikler için önemli bir kaynaktır (Kaban, 2010; Yılmaz Oral and Kaban, 2023). Diğer taraftan sucuk üretiminde kullanılan mikrobiyal kültürler de kükürtlü uçucu bileşik oranı üzerinde önemli etkiye sahiptir (Kaya and Kaban, 2024). Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçlarına göre mikrobiyal kültür faktörünün önemli derecede etkilediği tek sülfürlü bileşik 1-Propen, 3,3'-tiyobis- olmuştur. Dialil sülfid olarak da adlandırılan 1-Propen, 3,3'-tiyobis- formülasyonda sarımsağın yer aldığı fermente sosislerde görülen kükürtlü bir bileşiktir (Yalınkılıç et al., 2015; Yılmaz Oral and Kaban, 2023). Bu bileşiğe ait en yüksek ortalama kromatografik alan sadece probiyotik kültür kullanılan sucuk örneklerinde saptanmış ve bu grup ile starter kültür + probiyotik kültür kullanılan örneklere ait ortalama değerler arasında  $P < 0,05$  düzeyinde farklılık belirlenmiştir. Karbon disülfid ışınlanan sosislere kötü koku verdiği bilinen uçucu bileşikler arasında yer almaktadır (Kwon et al., 2012). Karbon disülfid ve sülfid, alil metil isimli bileşikler depolama süresince düşüş göstermiş ve bu bileşikler için en düşük ortalama kromatografik alanlar depolamanın 60. gününde tespit edilmiştir. Karbon disülfid kuru fermente sosis üretiminde *Lactiplantibacillus plantarum* GM77, *Staphylococcus xylosum* GM92 suşlarının kullanıldığı çalışmada da belirlenmiştir (Kaya and Kaban, 2024).

Araştırma kapsamında 6 farklı alkol bileşiği saptanmış olup bu bileşiklerden 1-hekzanol, benzenmetanol, 4-(1-metiletil) ve 1-heptanol mikrobiyal kültür faktöründen istatistikî açıdan önemli derecede etkilenmiştir. Bu bileşiklerden 1-hekzanol ve 1-heptanol'un potansiyel kaynağı lipid oksidasyonu iken kuminol olarak da bilinen Benzenmetanol, 4-(1-metiletil) bileşiğinin potansiyel kaynağı ise baharatlardır. Bu bileşikler immobilize *Lactobacillus casei* kullanılarak üretilen kuru

fermente probiyotik sosisler (Sidira et al., 2015a) ile ısı işlem görmüş probiyotik sosislerde (Sidira et al., 2015b) de saptanmıştır. Fermente sucuk üretiminde probiyotik kültür kullanımı 1-hekzanol ve benzenmetanol, 4-(1-metiletil) miktarında düşüşe yol açarken 1-heptanol miktarında ise daha yüksek ortalama kromatografik alan vermiştir. 1-hekzanol ve benzenmetanol, 4-(1-metiletil) için ölçülen en yüksek ortalama kromatografik alanlar ise starter kültür ile starter kültür + probiyotik kültürün bir arada kullanıldığı sucuk örneklerinde saptanmıştır. Depolama süresinin alkol sınıfına giren bileşikler üzerine etkisi incelendiğinde 1-hekzanol ve 1-heptanol için ölçülen ortalama değerlerin depolama süresince değişim gösterdiği belirlenmiştir. Buna göre 1-hekzanol miktarı depolamanın ilerleyen günlerinde düşüş gösterirken 1-heptanol ise 1-hekzanol'den farklı olarak depolama süresince artış göstermiş ve en yüksek ortalama 1-heptanol değeri depolamanın 60. gününde saptanmıştır. *Lactobacillus casei* kullanılarak üretilen kuru fermente probiyotik sosisler üzerine yürütülen araştırmada 1-heptanol'ün olgunlaştırmanın 1. ve 45. günlerinde saptanmadığı, buna karşın olgunlaştırmanın 28. gününde saptandığı belirlenmiştir. Aynı araştırmada 1-hekzanol ise olgunlaştırma süresince doğrusal bir patern izlememiştir.

Çalışma kapsamında en yüksek sayıda uçucu bileşik terpen sınıfına giren bileşiklerde saptanmıştır. Araştırma bulgularımıza benzer olarak üretiminde ticari probiyotik suşların kullanıldığı fermente sosisler üzerine yürütülen araştırmada da tanımlanan başlıca bileşiklerin terpen grubuna girdiği ve bu bileşiklerin de üretimde kullanılan baharattan kaynaklandığı belirlenmiştir (Bis Souza et al., 2019). Terpen bileşikleri arasında yer alan beta thujen ve beta-myrcen isimli bileşikler mikrobiyal kültür faktöründen önemli derecede etkilenmiş ve en düşük beta thujen seviyesi starter kültür + probiyotik kültür kullanımında ölçülürken probiyotik kültürün tek başına ya da starter kültür ile birlikte kullanılması ortalama beta-myrcen değerinde önemli düşüşe yol açmıştır. Araştırma bulgularımızdan farklı olarak üretiminde probiyotik kültürlerin kullanıldığı çeşitli çalışmalarda beta thujene saptanmamıştır (Sidira et al., 2015a; 2015b; Ruiz Moyano et al., 2011; Bis Souza et al., 2019). Autochthonous starter kültürler kullanılarak üretilen kuru fermente sucuklarda bulgularımıza benzer olarak mikrobiyal kültür faktörünün beta-myrcen seviyesinde önemli varyasyona yol açtığı saptanmıştır (Kaya and Kaban, 2024). Terpen sınıfına giren bileşiklerin depolama süresince geçirdiği değişim incelendiğinde ise gama

terpinen ve alfa terpineol isimli bileşiklerin depolama süresince artış gösterdiği ve en yüksek ortalama değerlerin depolamanın 60. gününde tespit edildiği, kafur ve ögenol isimli bileşiklerin 30. gün ortalama değerlerinin 0. gün ortalama değerlerinden istatistiki açıdan önemli seviyede daha yüksek olduğu ve bu durumun depolamanın 60. gününde de devam ettiği saptanmıştır. İmmobilize *Lactobacillus casei*'nin probiyotik sosislerin olgunlaştırılması (45 gün) sürecinde ürün uçucu profilinde meydana getirdiği değişikliği incelemek amacıyla yürütülen araştırmada Sidira et al. (2015a) gama terpinen ve alfa terpineol miktarının bulgularımıza benzer olarak depolama süresince artış gösterdiğini belirlemiştir. Aynı araştırmada bulgularımızdan farklı olarak ögenol isimli bileşik olgunlaştırmanın ilk gününde saptanabilmiş, ancak depolamanın sonraki günlerinde ise saptanamamıştır.

Azotlu bileşikler sınıfına giren 1H-pirol, 1-metil isimli bileşik üzerinde mikrobiyal kültür ve depolama süresinin önemli etkisi olmamıştır. Buna karşın asit sınıfına giren tek bileşik olan asetik asit üzerinde ise depolama faktörü önemli etki göstermiş ve depolama süresi arttıkça ortalama kromatografik alan değeri de istatistiki açıdan önemli düzeyde ( $P < 0,05$ ) artış göstermiştir. Asetik asit fermente sosis aroması üzerinde etkili olan önemli bileşikler arasında yer almaktadır (Schmidt and Berger, 1998). Araştırma bulgularımıza benzer olarak üretiminde probiyotik suş kullanılan kuru fermente sosisler üzerine yürütülen araştırmada asetik asit'in olgunlaştırmanın 28. Gününden itibaren belirgin hale geldiği ve olgunlaştırmanın 45. gününe gelindiğinde ise asetik asit miktarının artış göstererek daha yüksek kromatografik alan verdiği saptanmıştır (Sidira et al., 2015b).

Çalışma kapsamında belirlenen uçucu bileşikler arasında yer alan aromatik hidrokarbonlar incelendiğinde (1-metiletil)-benzen (kümen) ve 1-metil-2-(1-metiletil)-benzen'in mikrobiyal kültür faktöründen etkilendiği belirlenmiştir. Her iki bileşik için en düşük ortalama kromatografik alan tek başına probiyotik kullanılan sucuklarda ölçülmüştür. Bununla birlikte Benzen, 1-metil-2-(1-metiletil)- isimli bileşik için tek başına probiyotik kültür kullanılan sucuklarda ölçülen ortalama değer ile starter kültür + probiyotik kültür kullanılan sucuklarda ölçülen değer arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık ( $P > 0,05$ ) mevcut değildir. Autochthonous starter kültürler kullanılarak üretilen kuru fermente sucuklar üzerine yürütülen araştırmada mikrobiyal kültürün sucuk örneklerinin uçucu aromatik hidrokarbon bileşikleri üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Kaya and Kaban, 2024).

Aromatik hidrokarbonlar fermente (Yalınkılıç et al., 2015) ya da ısıl işlem görmüş sucuk üzerine yürütülen çalışmalarda da saptanmıştır (Yılmaz Oral and Kaban, 2023; Yılmaz Oral et al., 2024). Depolama süresinin ise aromatik hidrokarbonlar üzerinde herhangi bir etkisi olmamıştır.

Çalışma kapsamında belirlenen bir diğer uçucu kimyasal grup alifatik hidrokarbonlar olmuştur. Alifatik hidrokarbonlar sucuk üzerine yürütülen uçucu bileşik araştırmalarında saptanan önemli uçucu bileşik gruplarından birisidir (Kaban, 2010; Yalınkılıç et al., 2015; ). Bu kimyasal grupta saptanan heptan isimli bileşik hem mikrobiyal kültür hem de depolama süresinden etkilenmiştir. Sucuk üretiminde hem tek başına hem de starter kültür ile birlikte probiyotik kültür kullanımı ürüne ait heptan değerini düşürmüştür. Depolama süresince ise ortalama heptan miktarında düzenli artış yaşanmıştır. Kuru fermente sosis üretiminde *Lactiplantibacillus plantarum* GM77, *Staphylococcus xylosus* GM92 suşlarının kullanıldığı çalışmada da heptan isimli bileşiğin kullanılan mikrobiyal kültüre bağlı olarak ürünlerde farklı seviyelerde bulunduğu belirlenmiştir (Kaya and Kaban, 2024).

**Çizelge 4.40: Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen uçucu bileşiklere ait Duncan Çoklu Karşılaştırma test sonuçları**

Uçucu Bileşikler	Mikrobiyal grup			Depolama Süresi		
	SK	PK	SK+PK	0. Gün	30. Gün	60. Gün
<b><u>Aldehitler</u></b>						
Hekzanal	2,05±0,57a	1,08±0,21c	1,37±0,29b	1,34±0,41a	1,54±0,51a	1,62±0,74a
Heptanal	1,34±0,36a	1,42±0,14a	1,26±0,28a	1,30±0,12a	1,29±0,42a	1,43±0,20a
Nonanal	3,28±0,79a	3,10±0,78a	3,05±0,76a	2,86±0,41b	2,86±0,72b	3,70±0,79a
Dekanal	3,83±1,99a	4,28±1,03a	4,32±0,76a	3,13±1,12b	4,83±1,38a	4,47±0,90a
<b><u>Ketonlar</u></b>						
3 metil-2-bütanon	4,97±2,05a	4,79±1,20a	4,21±1,09a	6,08±1,54a	4,09±0,62b	3,81±0,99b
3-hidroksi-2-bütanon	16,90±3,14a	12,34±1,78b	11,45±2,84b	13,88±3,98a	14,09±3,48a	12,72±3,33a
<b><u>Sülfürlü bileşikler</u></b>						
Carbon disulfide	5,06±1,46a	4,58±0,00a	4,58±0,00a	5,18±1,02b	4,71±0,55ab	4,33±0,75a
Alil merkaptane	46,38±17,73a	45,96±9,38a	47,21±16,06a	43,20±11,32a	44,38±16,19a	51,98±14,83a
Alil metil sülfid	18,55±2,33a	17,16±4,64a	16,71±3,48a	18,37±2,74a	18,60±2,15a	15,44±4,70b
3,3'-tiyobis-1-propen	15,08±3,24ab	17,75±4,26a	12,30±3,41b	16,16±3,44a	14,56±4,71a	14,42±4,57a
Metil 2-propenil disülfid	5,22±1,68a	5,48±2,34a	4,74±1,79a	5,94±2,14a	5,37±1,80a	4,12±1,45a
Dialil disülfid	11,47±1,99a	12,33±3,91a	11,26±2,40a	12,33±2,64a	11,75±3,78a	10,99±1,85a
<b><u>Alkoller</u></b>						
Etanol	15,01±3,65a	21,29±8,01a	16,97±6,07a	16,18±6,36a	18,45±6,72a	18,65±6,92a
1-hekzanol	1,42±0,32a	1,25±0,10b	1,43±0,14a	1,55±0,23a	1,28±0,13b	1,27±0,17b
1-heptanol	1,25±0,12b	3,15±0,62a	3,01±0,45a	2,18±0,75b	2,51±0,98ab	2,71±1,20a
2-heptanol	0,65±0,22a	0,63±0,11a	0,75±0,17a	0,68±0,14a	0,74±0,15a	0,60±0,20a
Benzenmetanol	1,30±0,17a	1,47±0,30a	1,37±0,15a	1,36±0,23a	1,35±0,30a	1,43±0,11a
4-(1-metiletil) benzenmetanol	8,14±1,62a	5,20±1,58b	7,29±1,98a	6,88±1,93a	6,79±2,61a	6,96±1,90a

**Çizelge 4.40. (Devamı) Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen uçucu bileşiklere ait Duncan Çoklu Karşılaştırma test sonuçları**

Uçucu Bileşikler	Mikrobiyal grup			Depolama Süresi		
	SK	PK	SK+PK	0. Gün	30. Gün	60. Gün
<b><i>Terpenler</i></b>						
alfa thujen	3,42±0,85a	3,14±0,51a	2,82±0,55a	3,33±0,62a	3,28±0,68a	2,76±0,65a
alfa-pinen	17,62±2,22a	16,22±2,93a	19,20±4,41a	17,38±2,54a	18,39±3,01a	17,26±4,64a
Kampen	3,60±1,14a	3,06±0,94a	3,40±1,14a	3,27±0,98a	3,25±0,99a	3,55±1,28a
beta thujen	3,00±0,88a	3,31±1,30a	1,65±0,35b	2,70±1,07a	2,72±1,43a	2,54±1,05a
beta-pinen	25,50±3,83a	22,99±3,39a	23,84±4,23a	24,26±4,13a	23,56±4,24a	24,50±3,49a
beta-mirisen	20,22±2,38a	16,11±2,86b	17,36±2,05b	18,22±1,98a	18,40±2,76a	17,07±3,91a
D-Limonen	19,05±6,09a	16,68±6,72a	22,10±5,95a	18,78±6,18a	18,64±6,38a	20,41±7,29a
Eukalyptol	3,94±0,60a	4,48±1,47a	3,81±0,45a	4,34±1,58a	3,94±0,55a	3,94±0,29a
gama terpinen	70,04±10,30a	65,87±8,40a	68,40±9,81a	63,15±8,90b	66,03±7,11b	75,13±8,08a
Linalool	16,13±2,75a	15,94±2,88a	16,17±2,58a	16,82±2,31a	16,01±3,09a	15,40±2,55a
Kafur	2,44±0,83a	2,67±0,55a	2,44±1,22a	1,84±0,89b	2,87±0,93a	2,83±0,28a
Terpinen-4-ol	4,34±0,75a	3,48±1,06a	4,10±1,11a	3,92±1,31a	3,94±0,83a	4,05±0,96a
alfa terpineol	2,47±0,97a	2,64±1,17a	1,96±0,52a	1,94±0,63b	2,40±1,02ab	2,74±1,03a
Kumin aldehit	22,43±4,97a	23,16±4,08a	20,62±6,20a	25,01±5,01a	21,38±4,87a	19,80±4,34a
Eugenol	2,29±0,88a	2,60±0,26a	2,52±0,15a	2,08±0,59b	2,75±0,31a	2,58±0,45a
Karyofillen	3,53±1,11a	3,29±1,26a	2,79±0,80a	2,77±0,81a	3,34±1,23a	3,49±1,14a
Alfa-fellandren	9,19±2,45a	7,63±2,63a	8,42±2,32a	8,39±2,37a	8,27±2,06a	8,58±3,12a
3-Karen	18,24±3,68a	21,06±5,03a	21,40±5,45a	19,08±3,92a	21,33±4,96a	20,28±5,70a
4-Karen	3,90±0,95a	5,12±1,57a	5,02±1,52a	4,48±0,97a	4,23±1,19a	5,34±1,90a
<b><i>Azotlu Bileşik</i></b>						
1H-Pirol, 1-metil	1,25±0,15a	1,38±0,16a	1,28±0,14a	1,30±0,22a	1,29±0,14a	1,32±0,11a
<b><i>Asit</i></b>						
Asetik asit	32,08±6,84a	23,62±10,28a	29,26±13,90a	22,52±8,29b	28,56±9,38ab	33,87±12,58a

**Çizelge 4.40. (Devamı) Starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuklarda depolama süresince belirlenen uçucu bileşiklere ait Duncan Çoklu Karşılaştırma test sonuçları**

Uçucu Bileşikler	Mikrobiyal grup			Depolama Süresi		
	SK	PK	SK+PK	0. Gün	30. Gün	60. Gün
<b><u>Aromatik hidrokarbonlar</u></b>						
Toluen	4,74±0,96a	4,52±1,00a	4,56±0,93a	5,07±0,82a	4,62±1,01a	4,13±0,80a
p-xylen	1,24±0,41a	1,48±0,12a	1,35±0,25a	1,44±0,20a	1,28±0,38a	1,35±0,27a
Stiren	2,58±0,53a	2,76±0,81a	2,74±0,84a	2,83±0,89a	2,62±0,69a	2,62±0,60a
(1-metiletil)-benzen	1,51±0,15a	1,26±0,19b	1,60±0,25a	1,45±0,25a	1,49±0,28a	1,43±0,22a
1-metil-2-(1-metiletil)-benzen	88,00±11,65a	81,78±14,01b	79,24±13,12b	85,69±12,07a	81,71±13,70a	81,62±14,38a
1,2-dimetoksi-4-(2-propenil)-benzen	5,58±2,17a	5,08±2,67a	4,89±2,52a	4,87±2,03a	4,24±1,65a	6,44±2,93a
<b><u>Alifatik hidrokarbon</u></b>						
Heptan	67,55±5,64a	60,21±10,62b	60,37±3,47b	58,36±8,43c	63,40±4,12b	66,36±8,44a
Hekzan	42,68±10,51a	33,45±21,58a	35,97±12,30a	37,44±12,86a	37,56±12,51a	37,10±21,36a
Oktan	3,07±0,77a	3,48±0,61a	2,81±0,71a	3,47±0,93a	2,99±0,68a	2,90±0,43a

## 5 SONUÇ VE ÖNERİLER

Sucuk, ülkemizde yaygın bir şekilde üretilen yegane kuru fermente bir sosis çeşididir. Bu çalışmada, ülkemizdeki fermente sosis ürün çeşitliliğinin ve yeni ürün geliştirme potansiyelinin artırılması amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak starter kültürlü, probiyotik kültürlü ve starter/probiyotik kültürlü olmak üzere 3 farklı formülasyon uygulanmıştır. Probiyotik kültür olarak ticari bir firmadan temin edilen *L. casei* 431, starter kültür olarak ise yerel suşlar (*Latilactobacillus sakei* S15 + *Staphylococcus xylosus* GM92) kullanılmıştır. Üretim kontrollü şartlarda gerçekleştirilmiştir. Üretimden sonra ürünler vakum uygulanarak ambalajlanmış ve 4°C’de 2 ay süre ile muhafaza edilmiştir. Muhafazanın 0, 30 ve 60. günlerinde her bir sucuk grubundan alınan örnekler, fiziksel, kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik analizlere tabi tutulmuştur. Ayrıca her bir depolama periyodunda sucuk gruplarının uçucu bileşik profili de belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiki analizlere tabi tutulmuş ve değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler ışığında, aşağıda verilen genel sonuç ve önerilere varılmıştır.

1. Sucuk ve benzeri fermente sosislerde pH önemli bir engel etken olmasının yanı sıra ürünün duyuşal özellikle de tekstürel özellikleri açısından önem arz etmektedir. Muamele grupları arasında en düşük ortalama pH değerini starter kültür+probiyotik kültür içeren grup vermiştir. Bununla birlikte her üç grupta da pH değeri 5,0’ın altında bulunmuştur. Depolama sırasında ise pH değerinde istatistiki açıdan önemli bir değişim gözlenmemiştir. Diğer taraftan mikrobiyal kültür faktörü su aktivitesi değerinde bir değişime neden olmamıştır. Aynı şekilde depolama sırasında da muamele gruplarının su aktivitesi değerlerinde de önemli bir değişim gözlenmemiştir.
2. En düşük ortalama TBARS değerini probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucuk grubu vermiştir. Bununla birlikte diğer gruplarda da TBARS değeri 1 mg MDA/kg’ın altında bulunmuştur. Depolama sırasında gruplar arasında TBARS değeri açısından farklılıklar gözlenmiştir. Özellikle depolamanın sonunda sadece probiyotik suş içeren grup ile diğer sucuk grupları arasında

TBARS değeri açısından daha fazla farklılık gözlenmiştir. Starter kültür ve starter kültür/probiyotik kültür kullanılarak üretilen gruplarda starter kültür olarak kullanılan *Staphylococcus xylosus* GM92 suşunun muhtemelen iyi bir lipolitik aktivite göstermesi ve buna bağlı olarak lipolizis sonucu oluşan serbest yağ asitlerinin otooksidasyona uğrayarak TBARS değerinde artışa neden olmasından ileri geldiği düşünölmektedir.

3. Probiyotik kültür içeren grup, L\* değeri açısından daha düşük bir ortalama değer vermiştir. Kırmızı renk yoğunluğunu gösteren a\* değeri açısından ise en düşük değer sadece starter kültür içeren grupta belirlenmiştir. Depolama sırasında da renk parametrelerinde bazı değişimler gözlenmiştir.
4. Laktik asit bakterileri, fermente sosislerde teknolojik açıdan önem arz eden bir mikroorganizma grubudur. En düşük laktik asit bakteri sayısını probiyotik kültür içeren grup vermiş, ancak ortalama sayı 7 log kob/g'ın üzerinde bulunmuştur. Depolama sırasında ise az da olsa sayıda düşüş gözlenmiştir. Bununla birlikte 90.günde bile ortalama laktik asit bakteri sayısı 8 log kob/g'ın altına düşmemiştir.
5. Araştırmada probiyotik ürün üretmek amacı ile hem probiyotik kültür hem de starter + probiyotik kültür içeren örnekler hazırlanmıştır. Her iki grupta da probiyotik mikroorganizma sayısı 7 log kob/g düzeyinde bulunmuştur. Ancak probiyotik kültür içeren grup diğer gruba (probiyotik+starter) göre daha yüksek bir sayı vermiştir. Bu sonuç muhtemelen probiyotik kültürün starter kültür mevcudiyetinde daha az bir gelişme göstermesinden ileri gelmektedir.
6. Fermente sosislerde teknolojik açıdan önem arz eden diğer bir mikroorganizma grubu mikrokok/stafilokoklardır. Muamele grupları arasında en yüksek ortalama sayıyı sadece starter kültür içeren grup vermiştir. Depolama sırasında da bu mikroorganizmaların sayısında önemli bir değişim gözlenmemiştir.
7. Enterobacteriaceae sayısı tüm gruplarda saptanabilir sınırın altında bulunmuştur. Maya -küf açısından ise en düşük ortalama sayısı starter kültür içeren grup vermiştir. Bu mikroorganizmaların sayısında ise depolama sırasında önemli bir değişim gerçekleşmemiştir.

8. Duyusal parametrelerden koku açısından en düşük değeri probiyotik kültür içeren grup vermiştir. Probiyotik kültürün starter kültür ile birlikte kullanılması durumunda ise koku değerinde önemli bir artış gerçekleşmiştir. Tat bakımından ise en düşük puanı yine sadece probiyotik kültür içeren grup vermiştir. Diğer taraftan sadece starter kültür içeren grup, starter kültür+ probiyotik kültür içeren gruba göre daha düşük bir genel kabul edilebilirlik değeri vermiştir. En düşük ortalama genel kabul edilebilirlik değeri ise probiyotik kültür grubunda belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre probiyotik kültür kullanımı, bazı duyusal parametrelerde düşüşe neden olmaktadır. Depolama sırasında ise duyusal parametrelerde önemli bir değişim olmamıştır.
9. Araştırma kapsamında starter kültür ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen sucukların uçucu bileşik profili incelenmiş ve 9 farklı kimyasal gruba giren 48 bileşik saptanmıştır. Bu bileşiklerin 4'ünün aldehit, 2'sinin keton, 6'sının sülfürlü bileşik, 6'sının alkol, 19'unun terpen, 1'inin azotlu bileşik, 1'inin asit, 6'sının aromatik hidrokarbon ve 3'ünün ise alifatik hidrokarbon sınıfına girdiği belirlenmiştir. Hekzanal açısından en düşük ortalama değeri probiyotik kültür grubu vermiştir. Asetik asit ise mikrobiyal kültür kullanımından etkilenmemiştir. En yüksek ortalama asetik asit değeri 90.günde belirlenmiştir. Sülfürlü bileşikler ve terpenler hem kültür hem de depolama süresinden genellikle etkilenmemiştir.
10. Sonuç olarak, kuru fermente bir sosis çeşidi olan sucukta *L. casei*'nin probiyotik kültür olarak kullanımının ürünün teknolojik özellikleri üzerinde önemli bir farklılığa neden olmadığı, lipid oksidasyonu açısından daha iyi sonuçlar verdiği, uçucu bileşik profilinde sınırlı bir etki göstermesine karşın tat, koku ve genel kabul edilebilirlik parametrelerini düşürdüğü belirlenmiş ve probiyotik sucuk üretimi için söz konusu suşun starter kültürler ile birlikte kullanılması gerektiği kanaatine varılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Agüero, N. D. L., Frizzo, L. S., Ouwehand, A. C., Aleu, G., & Rosmini, M. R.** (2020). Technological characterisation of probiotic lactic acid bacteria as starter cultures for dry fermented sausages. *Foods*, 9(5), 596.
- Akköse, A., Oğraş, Ş. Ş., Kaya, M., & Kaban, G.** (2023). Microbiological, physicochemical and sensorial changes during the ripening of sucuk, a traditional Turkish dry-fermented sausage: Effects of autochthonous strains, sheep tail fat and ripening rate. *Fermentation*, 9(6), 558.
- Álvarez, M., Andrade, M. J., Cebrián, E., Roncero, E., & Delgado, J.** (2023). Perspectives on the probiotic potential of indigenous moulds and yeasts in dry-fermented sausages. *Microorganisms*, 11(7), 1746.
- Arief, I. I., Wulandari, Z., Aditia, E. L., & Baihaqi, M.** (2014). Physicochemical and microbiological properties of fermented lamb sausages using probiotic *Lactobacillus plantarum* IIA-2C12 as starter culture. *Procedia Environmental Sciences*, 20, 352-356.
- Arihara, K., Ota, H., Itoh, M., Kondo, Y., Sameshima, T., Yamanaka, H., ... & Miki, T.** (1998). *Lactobacillus acidophilus* group lactic acid bacteria applied to meat fermentation. *Journal of Food Science*, 63(3), 544-547.
- Bağdathı, A. B., & Kundakçı, A.** (2013). Fermente et ürünlerinde probiyotik mikroorganizmaların kullanımı. *Celal Bayar University Journal of Science*, 9(1), 31-38.
- Bağdathı, A., & Kundakci, A.** (2016). Optimization of compositional and structural properties in probiotic sausage production. *Journal of Food Science and Technology*, 53, 1679-1689.
- Baumgart, J., Eigener, V., Firnhaber, J., Hildebrant, G., Reenen Hoekstra, E.S., Samson, R.A., Spicher, G., Timm, F., Yarrow, D. & Zschaler, R.,** (1993). Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln, (3., aktualisierte und erw. Aufl.). Germany.
- Bis-Souza, C. V., Barba, F. J., Lorenzo, J. M., Penna, A. B., & Barretto, A. C. S.** (2019a). New strategies for the development of innovative fermented meat products: A review regarding the incorporation of probiotics and dietary fibers. *Food Reviews International*, 35(5), 467-484.
- Bis-Souza, C. V., Pateiro, M., Domínguez, R., Lorenzo, J. M., Penna, A. L. B., & da Silva Barretto, A. C.** (2019b). Volatile profile of fermented sausages with commercial probiotic strains and fructooligosaccharides. *Journal of Food Science and Technology*, 56, 5465-5473.
- Bis-Souza, C. V., Penna, A. L. B., & da Silva Barretto, A. C.** (2020). Applicability of potentially probiotic *Lactobacillus casei* in low-fat Italian type salami with added fructooligosaccharides: in vitro screening and technological evaluation.

*Meat Science*, 168, 108186.

- Caplice, E., & Fitzgerald, G. F.** (1999). Food fermentations: Role of microorganisms in food production and preservation. *International Journal of Food Microbiology*, 50(1-2), 131-149.
- Cavalheiro, C. P., Ruiz-Capillas, C., Herrero, A. M., Jiménez-Colmenero, F., de Menezes, C. R., & Fries, L. L. M.** (2015). Application of probiotic delivery systems in meat products. *Trends in Food Science & Technology*, 46(1), 120-131.
- Cheng, J.H.** (2016). Lipid oxidation in meat. *Journal of Nutrition and Food Science*, 6, 1-3.
- Chr. Hansen.** (2005). *L. acidophilus*, *L. casei* and Bifidobacteria in fermented milk products. Guidelines method for counting probiotic bacteria. Bulletin F-6 LA LC BB March 2005/3:8. Chr. Hansen Denmark.
- Cocconcelli, P. S., & Fontana, C.** (2008). Characteristics and applications of microbial starters in meat fermentations. In *Meat Biotechnology* (pp. 129-148). New York: Springer.
- Coelho, S. R., Lima, Í. A., Martins, M. L., Júnior, A. A. B., de Almeida Torres Filho, R., Ramos, A. D. L. S., & Ramos, E. M.** (2019). Application of *Lactobacillus paracasei* LPC02 and lactulose as a potential symbiotic system in the manufacture of dry-fermented sausage. *LWT*, 102, 254-259.
- De Vuyst, L., Falony, G., & Leroy, F.** (2008). Probiotics in fermented sausages. *Meat science*, 80(1), 75-78.
- Ergönül, B.** (2009). Farklı probiyotik kültürler kullanılarak Hindi sucuğu üretimi ve kalite üzerine etkileri. Doktora tezi. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/598495>
- Ergönül, B., & Kundakçı, A.** (2011). Microbiological attributes and biogenic amine content of probiotic Turkish fermented sausage. *J. Verbr. Lebensm.*, 6, 49–56.
- Erkkilä, S., Suihko, M. L., Eerola, S., Petäjä, E., & Mattila-Sandholm, T.** (2001). Dry sausage fermented by *Lactobacillus rhamnosus* strains. *International Journal of Food Microbiology*, 64(1-2), 205-210.
- FAO.** (2006). *Probiotics in food: Health and nutritional properties and guidelines for evaluation*. FAO Food and Nutrition Paper (No. 85).
- Feiner, G.** (2006). Meat composition and additives. In: *Meat Products Handbook Practical Science and Technology*, New York: CRC Press.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M. & Zorba, Ö.,** (2012). Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek Y. & Zorba, Ö.,** (2010). Et ve ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu. Erzurum: Atatürk Üniv. Yayınları.
- Holko, I., Hrabě, J., Šalaková, A., & Rada, V.** (2013). The substitution of a traditional starter culture in mutton fermented sausages by *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis*. *Meat Science*, 94(3), 275-279.
- Kaban, G.** (2009). Changes in the composition of volatile compounds and in

microbiological and physicochemical parameters during pastırma processing. *Meat Science*, 82(1), 17-23.

- Kaban, G., & Kaya, M.** (2008). Identification of lactic acid bacteria and Gram-positive catalase-positive cocci isolated from naturally fermented sausage (sucuk). *Journal of Food Science*, 73(8), M385-M388.
- Kaban, G., & Kaya, M.** (2009). Effects of *Lactobacillus plantarum* and *Staphylococcus xylosus* on the quality characteristics of dry fermented sausage "sucuk". *Journal of Food Science*, 74(1), S58-S63.
- Kaya, M., & Aksu, M. I.** (2005). Effect of modified atmosphere and vacuum packaging on some quality characteristics of sliced 'sucuk' produced using probiotics culture. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(13), 2281-2288.
- Kaya, M., Güllüce, M., Kaban, G., Çınar, K., Karadayı, M., Bozoğlu, C., Sayın, B., & Alaylar, B.** (2015). Geleneksel sucuklardan izole edilen laktik asit bakterisi ve koagülaz negatif stafilokok suşlarının starter kültür olarak kullanım imkânları. TAGEM-13/ARGE/7 (Gelişme Raporu). Ankara: Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.
- Kaya, M., Kaban, M.** (2019). Fermente et ürünleri. İçinde: Gıda Biyoteknolojisi (Necla ARAN Ed.) 7. Basım. İstanbul: Nobel Yayıncılık.
- Khan, M. I., Arshad, M. S., Anjum, F. M., Sameen, A., & Gill, W. T.** (2011). Meat as a functional food with special reference to probiotic sausages. *Food Research International*, 44(10), 3125-3133.
- Klingberg, T. D., & Budde, B. B.** (2006). The survival and persistence in the human gastrointestinal tract of five potential probiotic lactobacilli consumed as freeze-dried cultures or as probiotic sausage. *International Journal of Food Microbiology*, 109, 157-159.
- Klingberg, T. D., Axelsson, L., Naterstad, K., Elsser, D., & Budde, B. B.** (2005). Identification of potential probiotic starter cultures for Scandinavian-type fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology*, 105(3), 419-431.
- Kolożyn-Krajewska, D., & Dolatowski, Z. J.** (2009). Probiotics in fermented meat products. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 8(2), 61-74.
- Kolożyn-Krajewska, D., & Dolatowski, Z. J.** (2012). Probiotic meat products and human nutrition. *Process Biochemistry*, 47(12), 1761-1772.
- Kozan, H. İ., & Sariçoban, C.** (2023). Effect of oat bran addition on the survival of selected probiotic strains in Turkish fermented sausage during cold storage. *Food Bioscience*, 54, 102820.
- Közleme, O.** (2012). Türk Mutfak Kültürü ve Din. Doktora Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Kröckel, L.** (2013). The role of lactic acid bacteria in safety and flavour development of meat and meat products. In *Lactic Acid Bacteria - R & D for Food, Health and Livestock Purposes* (pp. 129-152).
- Lemon, D.W.** (1975). *An Improved TBA Test for Rancidity New Series Circular No: 21*. Halifax, Nova, Scotia: Halifax-Laboratory.

- Liu, Y., Gao, S., Cui, Y., Wang, L., Duan, J., Yang, X., & Gao, X.** (2024). Characteristics of lactic acid bacteria as potential probiotic starters and their effects on the quality of fermented sausages. *Foods*, *13*(2), 198.
- Martuscelli, M.; Lupieri, L.; Sacchetti, G., & Mastrocola, D.** (2017). Prediction of the salt content from water activity analysis in dry cured ham. *Journal of Food Engineering*, *200*, 29-39.
- McKenna, D.R., Mies, P.D., Baird, B.E., Pfeiffer, K.D., Ellebracht, J.W., & Savell, J.W.** (2005). Biochemical and physical factors affecting discoloration characteristics of 19 bovine muscles. *Meat Science*, *70*, 665–682.
- Najjari, A., Boumaiza, M., & Jaballah, S.** (2020). Application of isolated *Lactobacillus sakei* and *Staphylococcus xylosus* strains as a probiotic starter culture during the industrial manufacture of tunisian dry-fermented sausages. *Food Science & Nutrition*, *8*(8), 4172–4184.
- Neffe-Skocińska, K., Wójciak, K., & Zielińska, D.** (2016). Probiotic microorganisms in dry fermented meat products. V. Rao and L. G. Rao (Ed.) *Probiotics and prebiotics in human nutrition and health* içinde (ss. 279-300). Londra : InTech.
- Öztürk Er, H.** (2002). Probiyotik bakterilerin sucuk üretiminde kullanım imkanları. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/51415>
- Pavli, F. G., Argyri, A. A., Chorianopoulos, N. G., Nychas, G. J. E. & Tassou, C. C.** (2020). Effect of *Lactobacillus plantarum* L125 strain with probiotic potential on physicochemical, microbiological and sensorial characteristics of dry-fermented sausages. *LWT*, *118*, 108810.
- Pennacchia, C., Ercolini, D., Blaiotta, G., Pepe, O., Mauriello, G. & Villani, F.** (2004). Selection of *Lactobacillus* strains from fermented sausages for their potential use as probiotics. *Meat Science*, *67*(2), 309-317.
- Petäjä, E., Manninen, T., Smidtslund, P. & Sipila, K.** (2003). Probiotic lactic acid bacteria as starters applicability in raw ham and in fermented meat products made from coarsely ground pork. *Fleischwirtschaft*, *83*(5), 97-102.
- Radulović, Z., Živković, D., Mirković, N., Petrušić, M., Stajić, S., Perunović, M., & Paunović, D.** (2011). Effect of probiotic bacteria on chemical composition and sensory quality of fermented sausages. *Procedia Food Science*, *1*, 1516-1522.
- Resmi Gazete,** (2019). Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği, Sayı. 30670, Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara. Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/01/20190129-4.htm>
- Rubio, R., Aymerich, T., Bover-Cid, S., Guàrdia, M. D., Arnau, J., & Garriga, M.** (2013). Probiotic strains *Lactobacillus plantarum* 299V and *Lactobacillus rhamnosus* GG as starter cultures for fermented sausages. *LWT-Food Science and Technology*, *54*(1), 51-56.
- Rubio, R., Jofré, A., Aymerich, T., Guàrdia, M.D. & Garriga, M.** (2014a). Nutritionally enhanced fermented sausages as a vehicle for potential probiotic lactobacilli delivery. *Meat Science*, *96*(2), 937-942.
- Rubio, R., Jofré, A., Martín, B., Aymerich, T. & Garriga, M.** (2014b).

Characterization of lactic acid bacteria isolated from infant faeces as potential probiotic starter cultures for fermented sausages. *Food Microbiology*, 38, 303-311.

- Rubio, R., Martín, B., Aymerich, T. & Garriga, M.** (2014c). The potential probiotic *Lactobacillus rhamnosus* ctc1679 survives the passage through the gastrointestinal tract and its use as starter cultures results in safe nutritionally enhanced fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology*, 186, 55e60.
- Ruiz-Moyano, S., Martín, A., Benito, M.J., Casquete, R., Serradilla, M.J. & De Guía Córdoba, M.** (2009). Safety and functional aspects of pre-selected lactobacilli for probiotic use in Iberian dry-fermented sausages. *Meat Science*, 83(3), 460-467.
- Sirini, N., Roldán, A., Lucas-González, R., Fernández-López, J., Viuda-Martos, M., Pérez-Álvarez, J. A., & Rosmini, M. R.** (2020). Effect of chestnut flour and probiotic microorganism on the functionality of dry-cured meat sausages. *LWT*, 134, 110197.
- Soyer, A., Ertaş, A. H., & Üzümcüoğlu, Ü.** (2005). Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (sucuks). *Meat science*, 69(1), 135-141.
- Trzaskowska, M., Kolożyn-Krajewska, D., Wójciak, K., & Dolatowski, Z.** (2014). Microbiological quality of raw-fermented sausages with *Lactobacillus casei* LOCK 0900 probiotic strain. *Food Control*, 35(1), 184-191.
- Tükel, O., & Sengun, I.** (2024). Production of probiotic fermented salami using *Lacticaseibacillus rhamnosus*, *Lactiplantibacillus plantarum*, and *Bifidobacterium lactis*. *Journal of Food Science*, 89(5), 2956-2973.
- Ünal Turhan, E., Erginkaya, Z., & Selli, S.** (2017a). The effect of microencapsulated *Lactobacillus rhamnosus* and storage period on aroma properties of Turkish dry-fermented sausage (sucuk). *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11, 2131-2141.
- Ünal Turhan, E., Erginkaya, Z., Benli, H., Akın, M. B., & Ağcam, E.** (2019). The effects of microencapsulated *L. rhamnosus* and storage on biogenic amine amount of sucuk. *Gıda*, 44(5), 819-825.
- Ünal Turhan, E., Erginkaya, Z., Polat, S., & Özer, E. A.** (2017b). Design of probiotic dry fermented sausage (sucuk) production with microencapsulated and free cells of *Lactobacillus rhamnosus*. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 41(5), 598-603.
- Wójciak, K.M., Libera, J., Stasiak, D.M. & Kolożyn-Krajewska, D.** (2017). Technological aspect of *Lactobacillus acidophilus* Bauer, *Bifidobacterium animalis* BB-12 and *Lactobacillus rhamnosus* LOCK900 use in dry-fermented pork neck and sausage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(3), e12965.
- Xu, Y., Xie, Y., Xia, W., Regenstein, J.M. & Gao, P.** (2018). Lipid fraction and fatty acid profile changes in low-salt fermented fish as affected by processing stage and inoculation of autochthonous starter cultures. *Food Science and Technology*, 97, 289-294.

**Yalınkılıç, B., Kaban, G., & Kaya, M.** (2012). The effects of different levels of orange fiber and fat on microbiological, physical, chemical, and sensorial properties of sucuk. *Food Microbiology*, 29(2), 255-259.

**Yılmaz, Z.F.** (2016). Starter Kültür Kullanımının Isıl İşlem Görmüş Sucuğun Uçucu Bileşikleri ve Diğer Bazı Kalitatif Özelliklerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/48813>



## ÖZGEÇMİŞ

### ÖĞRENİM DURUMU

- **Lisans** : 2013, T.C. Koç Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü
- **Yüksek Lisans** 2016, T.C. İstanbul Bilgi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Pazarlama İletişim Tezsiz Yüksek Lisans programı