



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI PROBİYOTİK BAKTERİLER İNOKÜLE EDİLMİŞ YULAF KEPEĞİ İLAVELİ SUCUKLARIN DEPOLAMA SÜRECİNDE BAZI FİZİKOKİMYASAL ve MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİ

Hasan İbrahim KOZAN

DOKTORA TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Ekim-2018
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

DOKTORA TEZİ

FARKLI PROBİYOTİK BAKTERİLER İNOKÜLE EDİLMİŞ YULAF KEPEĞİ İLAVELİ SUCUKLARIN DEPOLAMA SÜRECİNDE BAZI FİZİKOKİMYASAL ve MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİ

Hasan İbrahim KOZAN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

2018, 180 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
Prof. Dr. Hüseyin GENÇCELEP
Dr. Öğr. Üyesi Durmuş SERT
Dr. Öğr. Üyesi Kübra ÜNAL

Bu çalışmada %0 (kontrol), %1.0, %2.5 ve %5.0 oranlarında yulaf kepeği ilavesi ile geleneksel fermente Türk sucuğu üretilmiş ve üretilen bu sucuklara, kontrol dışında probiyotik *Lactobacillus acidophilus* DCM 20079, *Lactobacillus casei* 431®, *Lactobacillus acidophilus* NCFM bakterileri ayrı ayrı inoküle edilmiştir. Çalışmada ilave edilen prebiyotik yulaf kepeğinin ve inoküle edilen probiyotik bakterilerin sucuk üzerine etkisi incelenmiştir. Bu kapsamda 4 grup prebiyotik ilavesi ve 4 grup probiyotik bakteri inokülasyonundan oluşan birbirinden farklı 16 grup örnek, fermantasyon işleminden sonra 30 gün boyunca kontrollü şartlarda depolanmış ve depolamanın 0., 15. ve 30. günlerinde fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal analizler olarak; %nem, %protein , pH, su aktivitesi (a_w), renk, thiobarbitürik asit (TBA) sayısı, % laktik asit, tekstür profil analizleri (TPA), mikrobiyolojik analizler olarak; toplam laktik asit bakteri sayımı, toplam koliform grubu bakteri sayımı, toplam maya-küf sayımı ve inoküle edilen bakterilere spesifik sayım (enumeration) yapılmıştır. Hammadde de ise pH, TBA, %yağ, %kül, %nem, %selüloz miktarı ve %toplam diyet lifi tayinleri yapılmıştır.

Çalışmada her 3 probiyotik bakterinin de yaşam seyrinin kabul edilebilir düzeyde (8 – 9 log kob/g) olduğu belirlenmiştir. Genel olarak üretilen sucuklarda % nem (%40 altında), % protein (%16'nın üstünde) miktarlarının ve pH (5.4 altında) değerinin tebliğde belirtilen mevzuata uygun olduğu sonucuna varılmış, örnekler duyusal olarak da kabul edilebilir düzeyde bulunmuştur. Renk, su aktivitesi ve tekstür profil analizi yapılan diğer araştırmalara benzer çıkarken, TBA sayısının hem yulaf kepeği ilavesi ile ve hem de probiyotik bakterilerin inokülasyonu ile arttığı tespit edilmiştir. *L. acidophilus* DSM 20079 ile zenginleştirilmiş ve %5 yulaf kepeği ilave edilmiş sucuk kombinasyonunun mikrobiyal florayı kalıcı hale getirdiği, maya/küf sayısını azalttığı ve koliform grubu bakteri sayısını azalttığı, *L. acidophilus* DSM 20079'un yaşam seyrinin ise oldukça uzun olduğu çalışmada belirlenmiştir. Bu kombinasyon diğerlerine göre mikrobiyolojik olarak oldukça başarılı olmasına karşın, tekstürel özelliklerinin bir kısmında ve duyusal analiz sonuçlarında diğer kombinasyonlar öne çıkmış, bu nedenle fonksiyonel özelliklerde iyileştirilme veya karışım halinde starter kültür kullanımının tavsiye edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fermente sucuk, prebiyotik, probiyotik, sinbiyotik, yaşam seyri, yulaf kepeği.

ABSTRACT

Ph.D THESIS

DETERMINATION OF SOME PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF OAT BRAN ADDED FERMENTED SUCUK INOCULATED WITH SOME PROBIOTIC LACTIC ACID BACTERIA, DURING STORAGE

Hasan İbrahim KOZAN

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN FOOD ENGINEERING

Advisor: Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

2018, 180 Pages

Jury
Advisor Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
Prof. Dr. Hüseyin GENÇCELEP
Assist. Prof. Dr. Durmuş SERT
Assist. Prof. Dr. Kübra ÜNAL

In this study, traditional fermented Turkish sucuks were produced by adding oat bran at the rate of 0.0% (control), 1.0%, 2.5% and 5.0% and probiotic *Lactobacillus acidophilus* DCM 20079, *Lactobacillus casei* 431® and *Lactobacillus acidophilus* NCFM bacteria were inoculated to sucuks. In the study, the effect of added prebiotic oat bran and inoculated probiotic bacteria on sucuk were investigated. In this context, 16 groups of different samples consisting of 4 groups of prebiotic addition and 4 groups of probiotic inoculation were stored under controlled conditions for 30 days after fermentation and on days 0, 15 and 30 of storage; physical, chemical and physicochemical analyzes as moisture (%), protein (%), pH, water activity (a_w), color, thiobarbituric acid (TBA) value, lactic acid (%), texture profile analysis (TPA) and microbiological analyzes as total lactic acid bacteria count, total coliform group bacterial count, total yeast-mold count and bacterial enumeration were performed. In addition, pH, TBA, moisture (%), fat (%), ash (%), cellulose amount (%) and total dietary fiber (%) were determined in the raw material.

In the study, it was determined that the survival of each 3 probiotic bacteria were at the acceptable level (8 - 9 log cfu / gr). In general, it was found that humidity (%) (below 40%), protein (%) (above 16%) amount and pH (below 5.4) of the sucuks meets legislation specified in the Codex and the samples were found to be acceptable in terms of sensory analysis. While color, water activity and textural profile analysis parameters were similar to other studies, it was found that addition of oat bran and inoculation of probiotic bacteria increased TBA value. It was determined that the combination of sucuk inoculated with *L. acidophilus* DSM 20079 and added 5% oat bran, dominates microbial flora, reduced the number of yeast-molds and reduced the number of coliform bacteria and *L. acidophilus* DSM 20079 had long life cycle. Although this combination is highly microbiologically successful compared to the others, some of other groups have come forward in some of the textural properties or the sensory analysis results: for this reason, it may be advisable to improve the functional properties or to use a mix of starter culture.

Keywords: Fermented sausages, oat bran, prebiotics, probiotics, synbiotics, survival.

ÖNSÖZ

Lisansüstü eğitimim sürecinde hertürlü desteğini esirgemeyen, derin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yol gösterici, paylaşımcı, bilimsel düşünme stilini öğreten, her koşulda sürekli ilgi, anlayış, hoşgörü ve sabır gösteren başta danışman hocam Sayın Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN'a, sadece toplantılarda değil, çalışmamın her anında değerli bilgileri ile beni yönlendiren ve bu konunun olgunlaşmasını sağlayan Sayın Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA hocama ve emeklerini ve desteklerini asla unutmayacağım birçok analizde mesai gütmeden yardımlarını esirgemeyen Sayın Dr. Öğr. Üyesi Durmuş SERT hocama, denemelerin yapılmasında laboratuvar imkanlarını esirgemeyen Nec. Erb. Üniv. Gıda Müh. Bölümü'ne, oldukça zahmetli ve sabır gerektiren üretim aşamasında işletmesini karşılık beklemeksizin kullanım olanağı sağlayan Koner Et Entegre Tesisleri sahibi Ümit ER'e ve oradaki meslektaşlarıma, değerli çalışanlarına, yaklaşık 1,5 yıllık bir süreç içerisinde fermantasyon kabininin üretilmesinde istenilen bütün revizyonlarda bana katlanarak sabır gösteren Biosan Kimya Elektronik Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti. adına Abdurrahman SEZGİN, Hüsnü DEMİRCİ ve bütün çalışanlarına, yine bu süreç içerisinde karşılık beklemeksizin her türlü teknik yardımı esirgemeyen Çelik Otomasyon firmasına, özellikle mikrobiyoloji analizlerinde materyal temini ve denemelerin yapılmasında her türlü imkanı sağlayan Prof. Dr. Nihat AKIN hocama, kepekle ilgili analizlerde destek olan Doç. Dr. Kürşat DEMİR hocama, analiz aşamalarında yorucu gece mesailerinde bile beni yalnız bırakmayan ve yardımcı olan Doç. Dr. Ahmet ÜNVER, Dr. Öğr. Üyesi Hasan Ali AKYÜREK, Arş. Gör. Talha DEMİRCİ, Arş. Gör. Muhammet ERCAN, Arş. Gör. Ali Samet BABAOĞLU olmak üzere Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim elemanlarına, çalışmalarını benimle paylaşan ve değerlendirmeleri ile katkı sağlayan Prof. Dr. Henrik J Andersen'a, tezimin her aşamasında omuzlarımdaki yükü hafifleten, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, sonuna kadar fedakarlık gösteren eşim ve meslektaşım Güllühan KOZAN'a, çok uzun süre kendilerine yeterli ilgiyi gösterememe rağmen her gün beni sabırla, sevgiyle bekleyen minik çocuklarım Muhammed Miraç ve Mahmud Sami KOZAN'a, laboratuvar aşamasında yardımlarını gördüğüm kardeşim Abdüssamet KOZAN ve meslektaşım Sertaç KEÇECİ'ye, her dönem imkanlarını açan Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığı ve birimlerine, uzun süreli çalışmalarda her gece sabırla çalışmalarımıza katlanan fakülte bekçisi Lokman KARABACAK'a, bu süreç nedeniyle zor zamanlarında yanlarında bulunamama rağmen sevgilerini, sabırlarını hiç esirgemeyen değerli anne ve babam Emine-Sami KOZAN'a, abilerim Mustafa ve Halit KOZAN'a ve ablam Rabia DURMUŞ'a, yine sürekli bu süreçte beni yakından destekleyen Ayhan-Ayşe ÖZKAN'a, her an manevi desteğini esirgemeyen değerli büyüğüm Ali Ramazan DİNÇ beyefendiye, bu çalışmada bilgilerinden yararlandığım 460 eserdeki bütün yazarlara en kalbi duygularımla ayrı ayrı teşekkür ederim. Ayrıca bu çalışmanın yürütülmesinde 2211-Yurt İçi Doktora Burs Programı kapsamında sağladığı destekten ötürü TÜBİTAK Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı birimine de teşekkür ederim.

Hasan İbrahim KOZAN
KONYA-2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **8**

2.1. Fermantasyon İlkesi 8
2.1.1. Sucuk fermantasyonu 11
2.1.2. Fermantasyon biyokimyası 11
2.1.3. Mikrobiyal fermantasyon 13
2.1.4. Fermantasyonu etkileyen faktörler 14
2.1.5. Proteoliz 15
2.1.6. Lipoliz 15
2.1.7. Antagonistik etki 16
2.2. Prebiyotik ve Probiyotik Kavramı 17
2.2.1. Prebiyotik kavramı ve gelişimi 17
2.2.2. Prebiyotiklerin özellikleri 20
2.2.3. Prebiyotiklerin etki mekanizması 21
2.2.4. Prebiyotiklerin yan etkileri 22
2.2.5. Probiyotik kavramı ve gelişimi 22
2.2.6. Probiyotiklerin özellikleri 25
2.3. Yulaf Bazlı Çalışmalar ve Et Ürünlerinde Kullanımı 27
2.4. *Lactobacillus acidophilus* NCFM 36
2.5. *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 37
2.6. *Lactobacillus casei* 431® 37

3. MATERYAL VE YÖNTEM **39**

3.1. Materyal 39
3.2. Metot 42
3.2.1. Nem tayini 42
3.2.2. Protein tayini 42
3.2.3. Yağ tayini 42
3.2.4. Toplam kül tayini 42
3.2.5. pH tayini 43
3.2.6. Su aktivitesi (a_w) tayini 43
3.2.7. Laktik asit tayini 43
3.2.8. Thiobarbitürik asit (TBA) sayısı 43
3.2.9. Renk analizi 44
3.2.10. Tekstür profil analizleri (TPA) 44
3.2.11. Ham Selüloz Tayini 44
3.2.12. Toplam diyet lifi tayini 45
3.2.13. Toplam laktik asit bakteri sayımı 45
3.2.14. Toplam koliform grubu bakteri sayımı 45
3.2.15. Toplam maya/küf sayımı 45
3.2.16. Laktik asit bakteri suşlarının sayımı 45

3.2.17. Duyusal analiz 46
3.2.18. İstatistiki analizler 46
3.2.19. Sonuçların değerlendirilmesi 47

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 48

4.1. Hammadde Analiz Sonuçları 48
4.2. Nem Sonuçları (%) 50
4.3. Protein Sonuçları (%) 54
4.4. pH Sonuçları 58
4.5. Su Aktivitesi (a_w) Sonuçları 64
4.6. Laktik Asit Sonuçları (%) 68
4.7. Thiobarbitürik Asit (TBA) Sayısı Sonuçları 73
4.8. Renk Ölçüm Sonuçları 79
4.8.1. *L** dış yüzey ölçüm sonuçları 80
4.8.2. *a** dış yüzey ölçüm sonuçları 82
4.8.3. *b** dış yüzey ölçüm sonuçları 85
4.8.4. *L** iç kesit yüzey ölçüm sonuçları 87
4.8.5. *a** iç kesit yüzey ölçüm sonuçları 89
4.8.6. *b** iç kesit yüzey ölçüm sonuçları 92
4.9. Tekstür Profil Analiz Sonuçları 100
4.9.1. Sertlik (Hardness) 100
4.9.2. Dış yapışkanlık (Adhesiveness) 105
4.9.3. Elastikiyet (Springiness) 108
4.9.4. İç yapışkanlık (Cohesiveness) 113
4.9.5. Sakızımsılık (Gumminess) 117
4.9.6. Çiğnenebilirlik (Chewiness) 122
4.9.7. Esneklik (Resilience) 126
4.9.8. TPA korelasyon sonuçları 130
4.10. Toplam Laktik Asit Bakteri Sayım Sonuçları 131
4.11. Toplam Koliform Grubu Bakteri Sayım Sonuçları 134
4.12. Toplam Maya/Küf Sayım Sonuçları 137
4.13. Laktik Asit Bakteri Suşlarının Sayım Sonuçları 139
4.14. Duyusal Analiz Sonuçları 142

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 149

5.1. Sonuçlar 149
5.2. Öneriler 153

KAYNAKLAR 155

EKLER 178

ÖZGEÇMİŞ 181

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

*a**	: Kırmızılık değeri
a_w	: Su aktivitesi
*b**	: Sarılık değeri
°C	: Santigrat derece
*L**	: Parlaklık değeri
pH	: Ölçülen asitlik veya bazlık derecesi
%	: Yüzde

Kısaltmalar

GIT	:Gastrointestinal Sistem (Gastrointestinal tract)
VFA	:Uçucu yağ asitleri (Volatile fatty acids)
AGP	:Büyümeyi teşvik edici antibiyotikler (Antibiotic growth promoter)
FOS	:Frukto-oligosakkaritler
GOS	:Galakto-oligosakkaritler
TOS	:Trans-oligosakkaritler
HMOS	:İnsan sütü oligosakkaritleri
NDO	:Sindirilemeyen Oligosakkaritler (Non-digestible oligosaccharides)
SCFA	:Kısa zincirli yağ asitleri (Short-chain fatty acids)
GALT	:Bağırsak ilişkili lenfoid doku (Gut-associated lymphoid tissue)
GRAS	:Genel olarak güvenli (Generally recognized as safe)
YK	:Yulaf Kepeği
MDA	:Malondialdehid
ATP	:Adenozin trifosfat
LAB	:Laktik asit bakterileri
TBA	:Tiobarbütirik Asit

1. GİRİŞ

İnsanlar yaşamını devam ettirebilmek için, enerji gereksinimi ve yapısal sentetik işlevler için dışarıdan yiyecek maddeleri almak durumundadır (Vural ve Çelen, 2005). Günümüzde tüketicilerin hızlı tüketilebilen gıdalara olan taleplerinin artması diğer taraftan bedensel etkinliklerinin azalması ve yanlış beslenme alışkanlıkları sonucu; kalp damar hastalıkları, sindirim sistemi hastalıkları, aşırı şişmanlık, diyabet ve bağırsak hastalıkları gibi bazı sağlık problemleri artış göstermiştir (Burdurlu ve Karadeniz, 2003). Hazır gıda temelli yaşam tarzı ve yanlış beslenme seçimleri yüksek kolesterol seviyesi, yüksek kan lipiti değeri, yüksek tansiyon, şişmanlık ve kalp hastalıklarına neden olmaktadır. Beslenme, insanın büyümesi, gelişmesi ve sağlıklı ve üretken olarak yaşaması için gerekli olan besin ögelerinin vücuda alınması ve kullanabilmesidir (Anonim, 2004). Sağlığın korunması ve hastalıkların önlenmesinde yeterli ve dengeli beslenme esastır. İnsanlar damak tatlarını fizyolojik ihtiyaçlarından üstün tuttuklarından veya yanlış beslenme alışkanlıklarını hızlı yaşama koşulları, ekonomik yetersizlikler ve beslenme bilincinin yetersiz olması gibi nedenlerle, dengesiz ve/veya yetersiz olarak beslenmektedir. Yanlış beslenmeden dolayı yaşam kalitesi azalmakta, ölüm riski artmaktadır. Et ve et ürünleri; yüksek kalite ve miktardaki protein, demir, çinko, fosfor, magnezyum gibi mineral maddeleri ve ayrıca B1, B6 ve B12 vitaminlerini, elzem yağ asitleri ile ω-3 ve ω-6 yağ asitlerini yeterli miktarda içermesi nedeniyle dengeli ve yeterli beslenme için ideal bir gıda maddesidir. Yeterli ve dengeli bir beslenme için günde her bir kg vücut ağırlığı için en az 1 g ham protein tüketilmesi ve bu protein miktarının en az 1/3'ünün hayvansal kaynaklı olması önerilmektedir. Et; gerek besin ögeleri gerekse özel tat ve kokusu ile insan beslenmesinde önemli bir gıda maddesidir. Biyolojik değeri yüksek bir gıda olarak et; içerdiği protein, zengin mineraller ve B grubu vitaminler sayesinde geçmişte olduğu gibi günümüzde de kişilerin metabolik ihtiyaçlarının karşılanmasında önemli bir yere sahiptir. Hangi beslenme alışkanlığına sahip olursak olalım hayvansal gıdalardan biri olan ve en kaliteli protein, mineral ve vitaminleri barındıran et, beslenme programımıza dahil etmemiz gereken gıdaların başında gelmektedir (Göğüş, 1986; Öztan, 1993; Anonim, 2004; Gökalp ve ark., 2004).

Hayvansal ürünlerin yüksek miktarda doymuş yağ ve kolesterol içermesi dolayısıyla bunların tüketilmesinin çeşitli hastalıklara neden olacağı ve hayvanlardan insanlara hayvansal ürünlerin tüketilmesiyle bazı hastalıkların bulaşacağı gibi eksik,

taraflı ve hatalı bilgiler et ve et ürünlerinin tüketimini azaltmaktadır (Nychas ve Arkoudelos, 1990). Tüketicilerin sağlık konusundaki bilincinin artmasıyla birlikte daha sağlıklı olarak algılanan düşük kalorili, doğal ürünlere olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır (Colmenero, 1996; Resurreccion, 2004).

Bugün kişi başına et ve et ürünleri tüketimi yüksek olan ülkeler gelişmiş ülkeler durumundadır (Gökalp ve ark., 2004). Örneğin Japonya'da ve ABD'de kişi başına yılda tüketilen et ve et ürünü miktarı 90–100 kg arasında, Avrupa Birliği ülkelerinde 60–90 kg arasında değişmektedir. 2000 yılında 11.05 kg olan kişi başına tavuk eti tüketimi, 2005 yılında 14.53 kg'a ve 2011 yılında da 19.43 kg/yıla ulaşmıştır (Anonim, 2012a; 2012b). Türkiye'de OECD verilerine göre kişi başına yılda 12.50 kg kırmızı et, 17.90 kg kanatlı eti (OECD, 2017) ve 7.30 kg da su ürünü (Anonymus, 2014) olmak üzere yaklaşık 37.70 kg et ve et ürünü tüketildiği tahmin edilmektedir. Ancak gelişmiş ülkelerde bu değerler 100 kg'a kadar çıkmaktadır (OECD, 2017).

Et ve ürünleri, lezzetli ve duyguları tatmin edici olma, esansiyel besin maddelerince zengin olma ve iyi bir şekilde hazmedilebilirlik gibi iyi bir gıdada bulunması gereken şartları bünyesinde barındıran insanlığın asırlardır vazgeçemediği bir gıda grubudur. Her yıl dünyada milyonlarca ton et ve et ürünü üretilmekte ve tüketilmektedir. Fakat çeşitli faktörlerden dolayı gelişmekte olan ülkelerde tüketim miktarı oldukça düşüktür. Özellikle tüketimin düşük seviyede olmasına sebep olan faktörlerden birisi de yanlış algının oluşmaya başlaması olarak düşünülebilir. Bundan dolayı fonksiyonel et ürünlerine yönelik araştırmalara ağırlık verilerek et ürünlerine yönelik talebin korunmasına çalışılmaktadır. Fonksiyonel et ürünleri üretimine yönelik araştırmalarda toplam yağ miktarının azaltılması yanında tekli veya çoklu doymamış yağ asitleri, meyve ve sebzeler ile bu ürünlerden elde edilen glikozinolat, polifenoller, fitosteroller ve karotenoidler gibi sekonder bitkisel maddeler, probiyotikler, vitamin ve mineral maddeler, çözünebilir ve çözünemez diyet lifleri ve likopen kullanımı gibi konular araştırılmaktadır (Fernández-Ginés ve ark., 2005).

Fonksiyonel gıdalar, temel besleyici özelliklerinin yanı sıra tüketici sağlığı üzerinde bir veya daha fazla fonksiyona sahip, herhangi bir hastalık riskini azaltan veya önleyen gıdalar olarak tanımlanmaktadır (Gibson ve Williams, 2000). Bir başka ifadeyle fonksiyonel gıdaların besleyicilik, duyusal nitelik ve fizyolojik etki gibi üç farklı özelliği bünyesinde barındırması gerekmektedir. Ayrıca fonksiyonel gıdalar kapsül ve draje gibi hap şeklinde değil de, günlük hayatta rahatlıkla tüketilebilecek normal gıda formunda olmalı ve en önemlisi de fizyolojik etkisinin bilimsel olarak kanıtlanmış olması

gerekmektedir (Ekşi, 2005). Bu doğrultuda üretilen fonksiyonel gıdalar günümüzde üç temel ürün başlığı altında üretilmektedir. Bunlar; a) Hastalık riskini azaltan ürünler, b) Tedavi etmeye yönelik ürünler ve c) Performansı arttıran ürünlerdir. Enerji içecekleri ve sporcu içecekleri, fonksiyonel tahıl ve bebek gıdaları, fonksiyonel şekerlemeler, fonksiyonel fırıncılık ürünleri, fonksiyonel et ve süt ürünleri bu üç grup içerisinde yer alan gıdalara örnek olarak verilebilir. Bu tür gıdaların üretiminde ise genellikle ürünün vitamin, mineral, probiyotik, prebiyotik, antioksidan maddeler veya fitokimyasallar ile zenginleştirilmesi, veyahutta ürünün kolesterol, toplam yağ ve sodyum içeriğinin azaltılması yolları tercih edilmektedir. Bununla birlikte yeni geliştirilen teknik ve uygulamalarla da diğer bazı fonksiyonel gıdalar elde edilebilmektedir (Gibson ve Williams, 2000; Uygun, 2004).

Bu kapsamda bazı gıdalar "fonksiyonel gıda" kavramı altında ele alınmış ve üzerinde ciddi araştırılmalar yapılmıştır. Zira 1980'lerden itibaren tüketici taleplerine paralel olarak önce Japonya ardından Avrupa ve ABD'de fonksiyonel gıda üretimi ve pazarlanması yoluna gidilmiştir. Bu süreçte ürün sayısı ve ticari hacmi genişleyen fonksiyonel gıdalar 2000'li yıllara geldiğinde 15 milyar avroluk bir ekonomik güce kavuşmuştur. Günümüzde hala fonksiyonel gıdalar üzerinde çok sayıda araştırma yapılmakta ve bu araştırmalarda genellikle bitkisel orijinli materyaller kullanılmaktadır (Gibson ve Williams, 2000; Sandrou ve Arvanitoyannis, 2000).

Ancak fonksiyonel gıdalar, sunduğu yeni imkânlarla birlikte bazı eleştirileri beraberinde getirmiştir. Bu eleştiriler; a) Fonksiyonel gıdalarla ilgili ileri sürülen kanıtların yetersiz ve kimi zaman birbiriyle çelişik olması, b) Faydalı biyolojik aktivitesi belirlenen bileşiğin ürüne ilave edildikten sonra gerek raf ömrü boyunca gerekse tüketilinceye kadar aktivitesini koruyup koruyamayacağı, c) Fonksiyonel gıdalar hakkında hala bir standardın bulunmaması ve hangi fonksiyonel bileşiğin hangi oranda katılacağına veya üründen hangi bileşiğin ne oranda çıkartılacağına dair net bir resmi çalışmanın olmaması şeklinde sıralamak mümkündür (Uygun, 2004).

Fonksiyonel gıda üretiminde ürün geliştirme basamağında da önemli sorunlar yaşanmaktadır. Zira üretici, hem tüketici damak zevkine uygun değişik fonksiyonel özellikler içeren ürünler geliştirmek, hem de bu piyasada tutunabilmek için ürün çeşitliliğini sürekli yenilemek ve arttırmak zorundadır (Sandrou ve Arvanitoyannis, 2000).

Fonksiyonel gıdalar içerisinde özellikle probiyotiklerin önemi gün geçtikçe artmaktadır. İlk olarak 1965 yılında Lily ve Stillwell tarafından tanımlanan probiyotik

kelimesi Latince “pro” ve “bios” kelimelerinden türetilmiş ve “yaşam için” anlamına gelmekte, konakçısının sağlığına faydalı sindirim kanalı mikroorganizmaları olarak tanımlanmaktadır (Işıdan, 2009). Bir diğer ifadeyle probiyotikler, ağız yoluyla yeterli miktarda alındığında konağın sağlığını olumlu yönde etkileyen canlı mikroorganizmalardır (Özden, 2005).

Probiyotiklerin yaygın olarak araştırılmaya başlanmasıyla “prebiyotik” kavramı da ortaya çıkmıştır. Prebiyotikler sindirilemeyen oligosakkaritlerdir. Ancak bütün sindirilemeyen oligosakkaritler prebiyotik etki göstermeyebilir. İnülin, frukto-olgisakkaritler ve galakto-oligosakkaritler en önemli prebiyotikler arasındadır. Bunlar çeşitli fizyolojik fonksiyonları olumlu yönde etkilemekte ve bu özelliklerinden dolayı “fonksiyonel gıda bileşeni” olarak tanımlanabilmektedirler (Roberfroid, 1998; Molbay ve Çekin, 2007).

Prebiyotikler mikroorganizma içeriğinde olmayan organik bileşenler olarak da düşünülebilir (Saldamlı ve Uygun, 1998). Bunlar, bağırsak florasını geliştirerek, sağlığı koruyucu ve hastalıkları önleyici etki gösteririler. İnülin, dışkı mikroflorasında normalde %20 oranında bulunan bifidobakteri oranını %71’e kadar çıkarabilir. İnülin ve oligofruktozlar, kan şekerinin ayarlanması ve lipit metabolizması üzerinde olumlu etki gösterirler (Niness, 1999).

Probiyotiklerin üst sindirim yolundan geçerken yaşama şanslarını artırmak ve bağırsak florasında prebiyotik varlığında endojen bakterilerle birlikte daha etkin şekilde yerleşmelerini sağlamak üzere probiyotik ve prebiyotiklerin tek bir üründe birleştirilmesi için çalışmalar yapılmış ve bu yeni ürüne “sinbiyotik” adı verilmiştir (Schrezenmeir ve de Vrese, 2001; Coşkun, 2006). Özellikle fermente ürünlerde gelişme olanağı yüksek olan çeşitli probiyotik bakteriler ile prebiyotik etki gösteren bazı kaynakların geleneksel fermente sucukta birleşmesinin ürüne bir çok fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Probiyotik bakteriler fermente sucuklarda özellikle gıda güvenliği konusunda da çok etkilidirler. Ürünün tad/aromasını etkileyen teknolojik özellikleri ve raf ömrünü etkileyebilecek mikrobiyolojik kaliteyi ve stabiliteyi de önemli derecede etkileyen bu bakterilerden *Lactobacillus* türleri, kuru fermente sucuklarda yaygın starter kültür olarak kullanılan mikroorganizmalardır (Hammes ve ark., 1990). Her ne kadar laktik asit bakterilerinin lipolitik ve proteolitik yönleri zayıf olarak bilinse de (Johansson ve ark., 1994), *Lactobacillus casei* CRL705 ve *Lactobacillus plantarum* CRL681’un sarkoplazmik ve myofibriler proteinleri parçalama özelliklerinin de mevcut enzim

aktiviteleri ile mümkün olabileceği bildirilmiştir (Fadda ve ark., 1998; Fadda ve ark., 1999a).

Türkiye'de işlenmiş et ürünleri arasında en fazla tüketilen et ürününün %64.33'ünün sucuk olduğu tahmin edilmektedir. Toplam 103.452 ton olan yıllık işlenmiş et ürününün kurulu kapasitesinin 66.560 tonunu sucuk oluşturmaktadır (Anonim, 2001). Sucuk; Türklerin geçmişte ve halen yaşadığı Orta Asya, Orta Doğu, Kafkasya, Balkanlar ve Kuzey Afrika'da bilinen, soktu, soğut, ilişgu, ilişkir ve soudjouk gibi isimlerle anılan ve sevilerek tüketilen yarı kuru/kuru fermente bir üründür. Sucuk üretiminde sığır, koyun, manda, deve ve at etleri kullanılabilmektedir. Sucuk üretiminde kullanılan baharatlar, safrandan, sumağa kadar geniş bir çeşitlilik arz etmektedir. Büyük bir coğrafyada farklı tür hayvan etlerinden ve farklı baharatlardan üretilen sucuk, Türkiye'de et ve yağın kıyma makinesinde veya kuterde çekilip, tuz, şeker, sarımsak, diğer baharat ve çeşitli katkı maddeleriyle karıştırıldıktan sonra doğal veya yapay kılıflara doldurulup, belirli bir sıcaklık derecesi, bağıl nem ve hava cereyanında belirli bir sürede olgunlaştırılmasıyla elde edilen kuru (%20-35 nem) veya yarı-kuru (%35-50 nem) fermente bir et ürünü olarak tanımlanmaktadır (Ertaş, 1985; Savic, 1985; Gökalp ve ark., 2004; Ercoşkun, 2006).

Geleneksel sucuk üretim prosesi fermantasyon ve kurutmaya dayanmakta olup herhangi bir ısıl işlem içermemektedir (Kaya ve Kaban, 2010). Geleneksel Türk sucuğunda fermantasyon süresince meydana gelen glikoliz, lipoliz, proteoliz, lipit oksidasyonu, amino asit reaksiyonları ve diğer reaksiyonlar birbirleriyle doğrudan ve dolaylı olarak ilişkilidir (Ercoşkun, 1999). Geleneksel fermente sucukta tat üzerinde etkili olan serbest amino asitler ile düşük molekül ağırlıklı peptitler gibi protein tabiatında olmayan azotlu bileşiklerin miktarı fermantasyonla birlikte artmaktadır (Berdagué ve ark., 1993; Kaban ve Kaya, 2010). Olgunlaştırma sırasında lipitlerde görülen değişiklikler de fermente sosislerin duyusal karakteristiklerini önemli derecede etkilemektedir (Ordóñez ve ark., 1999; Soyer ve ark., 2005).

Geleneksel Türk sucuğu fermantasyonunda gerçekleşen reaksiyonların, ısıl işlem uygulanmış sucukta çok az veya hiç gerçekleşmemesi, ürünün tüm niteliklerini etkilemektedir ve sonuç olarak kaliteli bir sucukta olması gereken duyusal özellikler ısıl işlem uygulanmış sucukta tam anlamıyla bulunamayabilir.

Bununla birlikte ısıl işlem süresince okside olabilecek tüm lipitler okside olmaya başlamaktadır. Et ürünlerinin duyusal özellikleri üzerine yağın önemi, aroma bileşenleri için bir çözücü olarak davranmasından ve uçucu bileşenlerin öncüleri olarak rol

almasından ileri gelmektedir (Leland, 1997; Olivares ve ark., 2009). Et ve et ürünlerinde oksidasyon, doymamış yağ asitlerini daha fazla içeren fosfolipitlerden başlamakta ve sonra diğer doymamış serbest yağ asitleri ile devam etmektedir. Böylece et ürünlerinde ısıl işlem uygulamasıyla serbest yağ asitliği ve peroksit sayısı düşerken, tiyobarbiturik asit miktarı yükselmektedir (Kanner, 1994; Gökalp ve ark., 2004). Fermantasyonun kısaltılması ve fermantasyon reaksiyonlarının bir kısmının ısıl işlemle yavaşlatılması/durdurulması sonucu ürünün özellikleri etkilenmektedir.

Bilindiği üzere sağlık üzerine olumlu etkileri kanıtlandıktan sonra artık probiyotik ve prebiyotik konusu araştırmacılar tarafından cezbedici hale gelmiş ve oldukça yaygın olarak çalışılmaya başlanılmıştır. Ülkemize has bir et ürünü olan sucuk bizim kültürümüzle birlikte yayılmış ve hatta ismi Farsça, Arnavutça, Arapça, Ermenice, Bulgarca, Yunanca, Makedonca, Romence, Rusça, Sırpça/Hırvatça/Boşnakça gibi dillerde ve Kazakça ve Kırgızca gibi aynı kökene sahip dillerde de ismini genel olarak "sucuk" tan alarak çeşitli telaffuzlarda yer almıştır (Eren, 1999; Csató ve ark., 2004). Oldukça lezzetli, sağlıklı, besleyici ve uzun raf ömürlü olup, tarihi de oldukça eskilere dayanmasına ve doğrudan bizim kültürümüzle özdeşleşmesine karşın, sucuk tüketimi konusunda özellikle standart üretimin sağlanamaması, ekonomik sebepler, algı manipülasyonu ve sağlık endişeleri nedeni ile ülkemizde rağbeti azalmaktadır. Bu tür olumsuzlukları bertaraf etmek, uygun bir politika ve buna dayalı mevzuat vb. üreticinin kontrolünde olmayan faktörler dışında, herşeyden önce standart bir ürün üretimi ile başlayabilir. Et ve et ürünleri, mikrobiyal gelişime en müsait gıda grubundadır ve böyle bir standart ürün üretim aşaması ilk olarak mikrobiyal florayı kontrol altına almakla başlanmalıdır. Bu sebeple, gelişmiş ülkelerde uzun süredir üretim sürecinde kullanılan standart starter kültür kullanımı, ülkemizde maalesef halen yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bu düzlemde, starter kültür kullanımında probiyotik bakteri kullanımı florayı domine etmesi açısından oldukça değerli görülmektedir. Bu tip bakteriler her ne kadar sucuk hamurunda yeterli besin maddelerine sahip olsalar da, gerek gıda maddesinin depolama aşamasında gerekse tüketimden sonra florayı domine etmeleri açısından kendilerine has prebiyotiklerle zenginleştirilmesi, en sağlıklı gıda türevi olan sinbiyotik gıda üretimini beraberinde getirir. Bu çalışmada çok önem arzeden probiyotik ve prebiyotik bileşenler besleyici değeri oldukça yüksek ve ülkemizde en fazla tüketilen fermente bir et ürünü olan sucukta kullanılarak, hem üründe hem de tüketiciler açısından yararlı sinbiyotik bir gıda maddesi oluşturmak amaçlanmıştır. Dünyada hızla bu tür çalışmalar yapılmaya başlanmış (1900'lü yıllardan başlayarak), şimdilerde ise hem

ürünün kalitesini artırma, hem sağlık üzerine etkilerini azami düzeye çıkarma hem de ekonomik olarak daha üst sıralarda yer bulma konuları ile bu konu üzerine daha çok odaklanılmaya başlanılmıştır. Bazı uzmanlar, probiyotik bakterileri içeren gıda veya gıda takviyeleri için tüketici talebinin, küresel gıda pazarındaki sağlık trendlerinde logaritmik artışa yol açtığını bulmuşlar. Bu kapsamda 2017 yılı itibari ile 45.64 milyar USD olan probiyotik pazarının, 2022 yılında 64.02 milyar USD'a çıkacağını (Kim ve ark., 2018) ve yine prebiyotik piyasa büyüklüğünün 2015 yılında 3 milyar ABD dolarını aştığını, 2023 yılına kadar 7.5 milyar ABD dolarına ulaşacağını (Silvério ve ark., 2018) bildirmişlerdir. Pazarda yeri logaritmik olarak artan ve artmaya devam edeceği belirtilen bu gıda grubunda, ülkemizde de en hızlı şekilde özel ilgi oluşturulması gerektiği düşünülmektedir.

Geleneksel fermente ürünlerimiz arasında ön sıralarda sinbiyotik veya probiyotik sucuk olmalıdır. Bu, beslenmede oldukça önem arzeden bir husus olup, üreticilerin de üretimde bu guruba yönlenmeleri gerekmektedir. Bu yönleniş, tüketici talebi ile olacağı için, tüketicilerin bu hususta bilgilendirilmeleri de çok önem arz eder.

Kepekler üzerine yapılan çalışmalarda görüldüğü gibi, kepek gibi zengin lif kaynağı içeren prebiyotik etkili bir maddenin gıda maddelerinde kullanılabileceği ve insan tüketiminde sağlık üzerine bir çok fayda sağlayacağı görülmüştür. Yine probiyotik bakteri kullanımının da gıda maddelerinde olumlu etkisi olduğu ve insanların tüketimi ile insan sağlığına yarar sağladığı da görülmüştür. Bu çalışmada geleneksel olarak üretilen fermente sucuklarda 3 farklı oranda prebiyotik etkili yulaf kepeği kullanılmış ve 3 farklı probiyotik bakteri inoküle edilmiş olup, fermantasyondan sonra 30 gün boyunca kontrollü şartlarda depolanarak süreç içerisindeki değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Probiyotik gıdalar, insan sağlığı üzerine faydaları bulunan ve bu nedenle de fonksiyonel gıda olarak adlandırılan, büyük ticari ilgiye ve artan pazar payına sahip gıda grubudur (Arvanitoyannis ve Van Houwelingen-Koukaliaroglou, 2005; Senok ve ark., 2005; Parvez ve ark., 2006). Genel olarak sağlık üzerine yararları, yeterli miktarlarda alındığında konakçıda laktik asit bakterilerinin (LAB) bazı seçilmiş canlı türlerinin varlığı durumunda oluşur (WHO/FAO, 2002). Çoğunlukla bu durum mayalanmış süt veya yoğurt tüketimi ile yerine getirilmektedir (WHO/FAO, 2002; Remacle ve Reusens, 2004). Süt endüstrisindeki kullanımlarına ek olarak probiyotik LAB suşlarının, fermente etler de dahil olmak üzere diğer gıda maddelerinde kullanılabileceği bildirilmiştir (Hammes ve Hertel, 1998; Incze, 1998; Jiménez-Colmenero ve ark., 2001; Työppönen ve ark., 2003b; Krockel, 2006; Leroy ve ark., 2006). Kavram her ne kadar yeni olmasa da sadece birkaç üreticinin probiyotik LAB içeren fermente sucuk üretimini planladığı bildirilmiştir (Arihara, 2006). Et ürünleri nadiren "sağlıklı gıdalar" olarak algılandığından, etin algılanan görüntüsünden ve tartışmalı besin maddeleri profili oluşturmasından dolayı (nitrit, tuz ve yağ varlığı da ele alındığında) pazarlama potansiyellerinin tehlikeye girebileceği belirtilmiştir (Lücke, 2000). Buna ek olarak, süt endüstrisine kıyasla et ürünleri üreticilerinde ürün çeşitliliği eksikliği ve teknolojik, mikrobiyolojik ve mevuzat yönleriyle ilgili bir takım belirsizlikler oluşabileceği de öngörülmektedir (Ross ve ark., 2005; Krockel, 2006). Et ve et ürünlerinin herhangi bir sağlık üzerine etkisi araştırılacağında, probiyotik LAB uygulaması her durumda dikkatli bir seçim prosedürüne dayanmalıdır. Bu nedenle, probiyotiklerin ilaç veya terapötik madde olarak kabul edilmeyen gıda bileşenleri olduğunu göz önünde bulundurarak fermente etlerde probiyotiklerin kullanımı ile ilgili gelişmiş bilimsel araştırmaların yapılması gerekmektedir. Probiyotik suşların, gıda güvenliğini arttırmak ve sağlık üzerine faydalı etkilerini ortaya çıkarmak üzere, et starter kültürleri olarak kullanımına büyük önem verilmiştir (Leroy ve ark., 2006).

2.1. Fermantasyon İlkesi

Fermantasyon ve kurutma işleminin, etin korunmasına yönelik bilinen en eski tekniklerden biri olduğuna inanılmaktadır. Fermente edilmiş sucuklar ilk olarak M.Ö. 3000 yıllarında tanımlanmış ve 2000 yıl öncesinde Çin ve Akdeniz bölgesinde bu hususta daha çok bilgiye rastlanılmıştır (Varnam ve ark., 1995). Hayvan kas dokularının iç

kısımları steril olmasına rağmen, pratik olarak hayvanın kesimi ve karkasın/etin parçalanması sırasında steril kalması imkansızdır. Kontamine olduktan sonra, et tüketilmediği veya iyi muhafaza edilmediği sürece kalite ve / veya sağlıkla ilgili tehlikeler hızlı bir şekilde ilerler. Sonuç olarak, et, eski zamanlardan beri pişirmek, tuzlamak, kurutmak ve soğuk bölgelerde ise çoğunlukla tütsülenmek suretiyle, ya tek başına veya birlikte yapılan uygulamaların ardından tüketilmektedir. Koruma yöntemleri geliştirilirken, birçok kişi için oldukça arzu edilen duyusal özelliklerin de geliştiği bilinir (Puolanne ve Petäjä-Kanninen, 2014).

Fermente kuru sucuk; genellikle yağ ve kalın bağ doku membranlarının uzaklaştırıldığı, kas ve yağ dokudan oluşur. Avrupada kullanılan yağ doku, çoğunlukla domuz kaynaklıdır. Domuz, çeşitli nedenlerle kullanılmadığında, bunun yerine diğer hayvansal yağlar kullanılabilir. Ayrıca, insan diyetlerinde doymuş yağ alımını azaltmak için bitkisel yağların kullanımına son zamanlarda ilgi duyulmaktadır (Del Nobile ve ark., 2009). Fermente sucukta kullanılan diğer bileşenler tuz (NaCl; % 2.2 veya daha fazla), şekerler (nişasta ve bazen laktozdan elde edilen glikoz, oligosakkaritler) ve bazen domates ve soğan veya peynir gibi süt ürünleri ve bitkisel kaynaklı diğer gıda maddeleridir. Son zamanlarda, çeşitli çalışmalar, işlenmiş etlerin sodyum içeriğini azaltmak için potasyum klorür ve potasyum laktat gibi tuzun yerini alabilecek maddelerin kullanımına da odaklanmıştır (Gelabert ve ark., 2003; Corral ve ark., 2013). Bu bileşenlerin tümü fermantasyonu etkileyebilir, bu yüzden uygulamalarının daha kapsamlı olarak incelenmesi gerekir.

Geleneksel olarak doğal mikrobiyal floraya dayanan sucukların fermantasyonu için izlenen süreç, modern üretimde, et karışımına seçilmiş saf starter kültürler eklenerek yapılır. İngredientler genellikle daha önce dondurulmuş et ve yağ ile kıyılıp karıştırılır ve bekletilir (et yaklaşık −4 ^{o}C civarında olacak, yağ ise −10 ^{o}C civarında olacak) (Puolanne ve Petäjä-Kanninen, 2014).

İstenen parçacık büyüklüğünü ve görünümünü elde etmek için karışım, az veya çok miktarda küçültülür. Tuz etkisiyle kas dokusu parçalanır ve myofibriler proteinler kısmen çözülür. Doğramanın sonunda, homojen, hafif yapışkan bir kıyma oluşur, daha sonra kılıflara doldurulur (Puolanne ve Petäjä-Kanninen, 2014).

Fermantasyonun başlangıcında, sucuk hamuru sıcaklığı −2 ^{o}C'den 20 ^{o}C'ye veya daha yukarısına kadar artar. Daha sonra, başlangıçtaki fermantasyon aşaması sırasında, sucuk hamurundaki karbonhidratlar laktik asit bakterileri (LAB) yardımıyla laktik aside dönüştürülecek ve su evaporasyonla (buharlaşma) yüzeye doğru hareket eder. Kurutma

ve olgunlaşma sırasında Stafilokoklar, maya ve küfler nispeten daha aktif olup, tadı ve aromayı etkileyen diğer bileşenleri üretir. Bu işlemler ile düşük pH ve düşük su aktivitesine sahip kendine has aromalı bir sucuk elde edilir ve bu da ürünün son işlem olarak ısıl işleme tabi tutulmasa bile, uzun ve stabil bir raf ömrüne sahip olmasını sağlar (Puolanne ve Petäjä-Kanninen, 2014).

Ette fermantasyon, mikroorganizmaların ve etin doğal enzimlerinin aktivitede bulunması ve bunun sürekliliğine yol açan etki oluşturması anlamına gelir. Kuru fermente ürünler için (ortam sıcaklıklarında fermantasyon), genellikle kurutma ve / veya tütsüleme uygulaması da kullanılır. Bunun dışında yarı kuru ürünlerde (yüksek sıcaklıklarda hızlı fermantasyon), fermantasyonu durdurmak üzere özellikle ABD'de ısıl işlem uygulanmaktadır (Varnam ve ark., 1995).

Fermantasyonun kurutma ve tütsüleme ile birlikte uygulanması, muhtemelen 5000 yıldan fazla bir süre önce rastlantı ile gelişmiştir. Çiğ etin doğal florası olan bakteriler tarafından yapılan fermantasyon, etin ortam sıcaklıklarında stabil kalmasını sağlayarak duyusal kalitesini artırmaktadır. Başlangıçta, fermantasyon bakterilerini teşvik etmek için ete doğal nitrat içeren tuz ilave edilir. Daha sonra, bu ürünlerin kararlılığı ve duyusal nitelikleri ortaya çıktıkça daha kompleks tütsüleme-kurutma prosedürleri uygulanmaya başlanmıştır (Puolanne ve Petäjä-Kanninen, 2014).

Geçmişte pratik ve üreticiler tarafından iyi bilinen bir uygulama, bir önceki partiden iyi fermente olmuş çiğ sucuğun az bir kısmını yeni bir partinin bileşenlerine eklemek olmuştur. 1900'lü yılların başında yararlı bakterilerin, sucuk hamurundaki pozitif reaksiyonlara neden olduğu ve starter kültürlerin kullanılmasının 1930'larda ve ardından 1940'larda ise endüstriyel uygulamaların önünü açtığı keşfedilmiştir. Bu bakteriler Laktobasilleri ve daha sonra 1950'lerde ise Pediokokları ve Stafilokokları da kapsamıştır (Jensen ve Paddock, 1940; Niinivaara, 1955; Niven, 1958; Nurmi, 1966).

Kuru sucukların fermantasyonunun genel prensipleri, binlerce yıl boyunca aynı kalmıştır. Kuru fermente sucukların hazırlanması yıllar içinde tekrar tekrar gözden geçirilmiştir (Demeyer ve Toldrá, 2004; Toldrá, 2006). Fermantasyon; sertlik, tat, stabilite/güvenlik, renk, proteoliz, lipoliz, aromatik bileşiklerin oluşumu ve diğer çeşitli faktörleri etkileyen asit üretimiyle sonuçlanır.

2.1.1. Sucuk fermantasyonu

Fermente edilmiş sucuk üretimindeki fermantasyon aşamasında pH yaklaşık 5.7'den başlayarak en düşük değere ulaşır. Bu durum sucuk çeşidine bağlı olarak 5.5'ten (sert salam) 4.6'ya (veya yüksek sıcaklıkta fermente edilmiş sucuklarda 4.2) kadar değişebilir. Yüksek sıcaklıklarda (37 ºC veya daha yüksek) fermente edilen sucuklar en düşük pH değerine hızla ulaşır (Varnam ve ark., 1995). 24 ºC civarında sıcaklıklarda pH 4.6 - 5.0'e kadar düşebilir ve daha düşük sıcaklıklar genellikle daha düşük bir pH ile sonuçlanır ve fermantasyon daha yavaş bir hızda yürür. Sucuk formülasyonuna eklenen karbonhidratlar olmadan, pH ~5.0'den daha aşağı düşmez. Eklenen karbonhidrat miktarı, elde edilebilen en düşük pH üzerindeki ana etkinin parametresidir, ancak bu durum asit üretim hızını etkilemez (Puolanne, 1977). Genel olarak, pH bir kaç haftadan birkaç aya kadar süren fermantasyondan sonraki olgunlaşma döneminde artar. Fermantasyon; doğal kontaminant bakteriler veya LAB ilavesi ile gerçekleşebilir. Geçmişte fermantasyonun başlaması için önceki parti fermente sucuk hamurundan katma yöntemi kullanılmıştır. Günümüzde ise; mikrobiyal saf kültürlerle kombinasyon halinde, LAB'nin iyi tanımlanmış starter kültürleri kullanılmaktadır. Comaposada ve ark. (2004); sucuğun kurumasını hızlandırmak için liyofilizasyon gibi farklı yöntemler de uygulamışladır.

2.1.2. Fermantasyon biyokimyası

Adenozin trifosfat (ATP) yaşam için gerekli olan bir kimyasal enerji türüdür. Fermantasyonun birincil biyokimyasal fonksiyonu, oksijensiz olarak enerji üretmektir. Fermantasyon sırasında gerçekleşen reaksiyon dizisinde, her indirgeme için karşılık gelen bir oksidasyon vardır ve terminal elektron alıcısı için oksijen veya başka herhangi bir moleküle gerek yoktur. Pratik olarak, oksijen ve hidrojen içeren herhangi bir organik madde, başlangıç malzemesi olarak kullanılabilir, ancak genellikle karbonhidratlar veya amino asitler fermente edilir. Fermantasyonun son ürünleri olarak üretilen maddeler, bakteri hücrelerinde aktif değildir; örneğin, laktat, asetat, etanol, asetoin ve amonyak üretilecek, ancak bunlar, hücrelerin içinde başka bir amaç için kullanılmayacak ve dışarıya salgılanacaktır (Tortora ve ark., 1998).

Biyokimyasal olarak, fermantasyon ATP'nin substrat olarak fosforilasyonuyla üretildiği bir reaksiyon olarak tanımlanır ve bu reaksiyonda oksijene gerek yoktur. Sonuçta CO_2 formunda karbon kaybı olmaz. Mikroorganizmalar ATP'ye ihtiyaç duyarlar çünkü hücre fonksiyonlarını ve büyümeyi sürdürmek için bu kimyasal enerjiye ihtiyaç

duyarlar (Tortora ve ark., 1998). ATP kullanımının önemli bir kısmı, hücre zarından geçen pH gradyanı (bir "biyokimyasal akümülatör" olan proton aktive edici kuvvet) ile ilgili olup, proton ATP sentezini besleyen hücreye geçer. Protonlar ayrıca, dış ve iç yüzeyler arasındaki pH farkını oluşturmak için hücrelerden atılırlar (Booth, 1985). pH 5.0'den düşük olduğunda bunu korumak için gereken enerji artar, çünkü protonları 100'den daha büyük bir proton konsantrasyon gradyanına karşı hücre dışına taşımak zorlaşır (Konings, 2002). Sitoplazmik pH değeri ~6 olan asidofilik bakterilerde pH değeri farklılığı genellikle yaklaşık 1'dir (Booth, 1985). Et sistemlerinde büyük bir pH değişiminin gözlenmesi zor olmaktadır. Çünkü etin tamponlama kapasitesi düşük pH'larda hızla artmaktadır (tamponlama kapasitesi pH 5.5'de yaklaşık 30 mmol H^+ / (pH × kg) ve pH 4.8'de yaklaşık 70 mmol H^+ / (pH × kg)) (Puolanne ve Kivikari, 2000). Büyüme için gereken ATP miktarı, yaşam için gerekli olan tüketimden çok daha fazladır. Ancak bu miktar, büyüme oranına bağlıdır. Her mikrobiyal suş, enerji üretimi için kendine has glikoz ve diğer substratları kullanma yöntemine sahiptir. En sık kullandıkları yöntem glikoliz; yani, Embden-Meyerhof-Parnas mekanizmasıdır. Glikoz; sırasıyla laktat formuna dönüştürülen piruvat'a dönüştürülür ve eşzamanlı olarak 2 ($NADH + H^+$)'de, 2 NAD^+ şeklinde yeniden oluşturulur. Burada, bu dönüşümler sırasında piruvat ve laktatın parçalanmadığını (asit formunda değil) ve bu reaksiyonlarda iki protonu bağladığını belirtmek gerekir. Protonlar ayrıca ATP → ADP + Pi + H^+ reaksiyonundan oluşur, ancak ATP yeniden üretildiğinde tekrar bağlanırlar (Robergs ve ark., 2004).

Laktat içeriği ile pH arasında yüksek negatif bir korelasyon olduğu ve laktat içeriği hidrojen iyonunun lineer bir ölçümü iken, pH'nın ise hidrojen iyonunun logaritmik ölçümü olduğu belirlenmiştir. pH'yı düşüren protonlar, glikolizin daha erken aşamalarından çok karmaşık bir şekilde ortaya çıkmakta olup, ara maddelerin birçoğu, 7'den 5'e düşerken ayrışma bölgelerine sahiptir (Hamm, 1977). Sistemin tamponlama kapasitesi bu pH aralığında eğriseldir ve bu durum stokiyometrik hesaplamaları daha da karmaşık hale getirir (Puolanne ve Kivikari, 2000).

Glukoz dışındaki karbonhidratlar da bu amaçla kullanılabilir, ancak bunların nispi uygunluğu düşüktür. Bazen laktoz da kullanılır ve et zaten glikojen ve türevlerini özellikle glukoz fosfatlarını içerir. Bununla birlikte, glikojen, büyük ölçüde et bakterileri tarafından kullanılmaz ve tuzlanmış ette, et enzimleri tarafından parçalanması konusu hala açık değildir (Puolanne ve Petäjä-Kanninen, 2014).

2.1.3. Mikrobiyal fermantasyon

Et ürünlerinde kullanılan starter kültürler, ana karbonhidrat fermantasyonu son ürünü laktat olan, homofermantatif LAB'dır. Diğer LAB son ürünlerinin miktarları genellikle çok düşüktür, fakat diğer yandan, doğal flora, ürünün lezzetini ve aromasını etkileyen çok çeşitli maddelerin üretimini sağlayabilir (Tortora ve ark., 1998; Sunesen ve ark., 2001). Daha da fazla çeşitlilik, diğer substratların (amino asitler, yağ asitleri) fermantasyonu ve bu metabolik ürünlerin mikrobiyal hücrelerin dışındaki gıda matriksindeki ikincil reaksiyonlardan kaynaklanacaktır. Sucuklarda fermantasyon genellikle laktik asit fermantasyonundan sonra durur. Bununla birlikte, küf veya mayalarla hazırlanan sucuklarda bu organizmalar laktatı daha fazla metabolize eder. Fermantasyonu durduran faktör pH'dır, ancak a_w'nin azalması da fermantasyonu inaktive etmektedir.

Mikrobiyal enzimler ve et enzimleri, karbohidratlara ek olarak etin diğer bileşenlerini de etkileyebilirler. Mikroorganizmaların metabolik aktivitesi, enerji ve besin maddesi gereksinimlerini karşılamak ve daha da büyümek için uygun bir ortam oluşturmak üzere tasarlanmıştır. Bu durum, ilgili ortamın oluşmasında biyojenik aminlerin üretimini içerir (bunlar sağlık açısından riskli bileşenlerdir), bu da uygun bir pH ile sonuçlanmasına, bakteriyosinlerin üretimine ve laktik asit üretimine sebep olur. Böylece asite duyarlı suşların büyümesi engellenmiş olur. Mikroorganizmalar tarafından absorbe edilecek düşük moleküler ağırlıklı maddelerin sağlanmasına yönelik mikrobiyal ekso-enzimler, fermantasyon sırasında proteolitik ve lipolitik değişikliklere neden olur ve diğer enzimatik ve enzimatik olmayan reaksiyonlar olgunlaşma sürecinin karmaşıklığını arttırır. Sonuçta fermantasyon, basit asit üretiminden çok daha fazlasını etkiler (Puolanne ve Petäjä-Kanninen, 2014).

Sucuk fermantasyonunda en çok kullanılan starter kültürler Lactobacillus ve Pediococcus cinslerinden oluşan LAB'dir (Demeyer ve Toldrá, 2004). Bu organizmalar tarafından yapılan glikoz fermantasyonunun ana ürünü laktattır ve daha az ölçüde asetik asit, propionik asit veya etanol de oluşabilmektedir. Bu cinsler fakültatif veya mikroaerofiliktir. Lactobaciller ve Pediococuslar katalaz-negatiftir ve nitratı indirgemezler. Bu sebeple özellikle hidrojen peroksit üretirlerse fermantasyon sırasında renk kaybına neden olabilirler (Nurmi, 1966). Son yıllarda, et ürünleri için LAB starter kültürlerinin probiyotik özelliklerine de ilgi duyulmaya başlanmıştır (Erkkilä ve Petäjä, 2000; Leroy ve De Vuyst, 2004).

Starter kültür olarak kullanılan stafilokoklar, katalaz üreten zayıf asitlendiricilerdir ve nitratı indirgeyebilirler, bu da onları renk oluşumu için önemli kılar ve bir miktar antioksidatif kapasite artışı da sağlayabilirler (Puolanne ve Petäjä-Kanninen, 2014).

2.1.4. Fermantasyonu etkileyen faktörler

Fermantasyon süreci, et teknolojisindeki diğer süreçlerden çok daha karmaşıktır. Mikroorganizmalarda enerji üreten metabolizma olan fermantasyon mikrobiyal hücrenin içinde yer almasına rağmen, diğer faktörler de izole bir prosedür olmayıp sucukların olgunlaşmasında içsel ve dışsal faktörlerle yakından ilişkilidir. Fermantasyon/olgunlaşma sürecini yöneten tek bir belirleyici faktör yoktur (ısıl işlem uygulanmış sucukta farklıdır ve ısıl işlem jeli stabilize eder ve mikroorganizmaların çoğu ölür). Bazı doğa kanunları fermantasyon faaliyetlerinin sınırlarını belirler ve sürecin her bir yönü bu kuralları takip eder. Ana faktörler içseldir ve sıcaklık-nem-hava hızı programlaması ve tütsüleme haricinde, bunları etkilemek için çok az şey yapılabilir. Et enzimleri, dinamik mikrobiyal flora, tuz, nitrat / nitrit, sıcaklık, kurutma, karbonhidratlar, tütsüleme vb. gibi bireysel ve daha az birbiriyle ilişkili faktörler, fermantasyon / olgunlaşma süreci üzerinde ilave bir etkiye sahiptir.

Proses laktat üretimi ile karakterizedir ve pH azalması, tuz içeriğinde artış, nitrat/nitrit redüksiyonu, renk değişiklikleri, sertlik, tat ve aroma ve ağırlık kaybı ile sonuçlanır.

Fermantasyon süreci, et hammaddeleri de dahil olmak üzere çeşitli bileşenlerin dikkatli seçilmesiyle kontrol edilebilir. Doğal mikrobiyal flora ve şeker, gıda katkı maddeleri ve baharat konsantrasyonlarına özel önem verilir. Sucuk üretiminde başarılı ve güvenli bir fermantasyonda, olgunlaşma odasındaki atmosfer, hava dolaşımı ve sıcaklığın kontrolü, uygun kılıf ve tütsüleme koşulları önemlidir. Bu yönlerin teorik olarak kontrol edilmesi son derece zordur, ancak deneyim sayesinde iyi sonuçlar elde etmek için süreç hassas şekilde kontrol edilebilir. Saf bakteri kültürlerinin ve yüzey mayalarının kullanımı, teknolojik güvenlik ve sağlık riskleri ile ilgili güvenlik sağlar.

Strarter kültürlerin kullanımları sadece bakteriyel patojenleri kontrol ettiklerinden güvenlik amaçlı değil, aynı zamanda ete önemli ölçüde katma değer sağladıkları için de kullanılırlar. Fermantasyon süreci, starter kullanımının, stater kültür eklenmeyen doğal floraya kıyasla hızlanır ve daha fazla verimli üretim elde edilebilir. Starter kültürler, daha

hızlı fermantasyon ve nitrat / nitrit azalımı sağlar ve daha iyi kalitede (aroma ve renk dahil) ürün ortaya çıkar.

Uygun hammadde, özellikle doğal mikrobiyal flora ve pH (yüksek pH değerine sahip olmayan et) açısından başarılı fermantasyon için dikkatle seçilmelidir. Şeker (doğal karbonhidratlar ve türevleri ile eklenmiş glikoz) ve amino asitler, yağ asitleri, mineraller, vitaminler ve benzeri diğer besin maddeleri, fermantasyona neden olan itici gücü oluştururlar. Starter kültürler (ve doğal flora) ve et enzimleri fermantasyonu başlatır. Bu durum, sıcaklık, nem, hava dolaşımı ve tütsüleme gibi dış faktörler tarafından kontrol edilir.

Tuz içeriği ve nitrat/nitrit içeriği gibi önceden bahsedilen dış ve iç faktörler, sürecin düzenleyicileri olarak kullanılabilir (Puolanne, 1977). Sıcaklık sonucu; belirleyici bir faktördür, çünkü mevcut mikroorganizmalar üzerinde güçlü ve seçici bir etkiye sahiptir. Floradaki farklı suşların göreceli sayıları, et ve mikrobiyal metabolizmanın son ürünleri gibi değişebilir.

2.1.5. Proteoliz

Fermente sucuğun olgunlaştırılması sırasında, proteinlerin az bir kısmı hidrolize edilir (Niinivaara ve ark., 1964). Dierick ve ark. (1974) tütsülenmiş sucuklarda protein yapısında olmayan azotun % 20 arttığını bildirmiştir. Verplaetse ve ark. (1989) ve Demeyer (1992); doku proteazları (özellikle catepsin D), fermantasyonda erken proteoliz ajanlarıdır. Tipik olarak fermente sucukta 4.8-5.2 pH aralığı ve 15 – 20 ^{o}C'lik olgunlaşma sıcaklığı bu tür enzimlerin aktivitesi için uygundur. Bu durum et fermantasyonunda doku proteinlerinin rolünün önemini ortaya koymaktadır.

2.1.6. Lipoliz

Lipoliz fermantasyon sırasında önemli olup, lipoliz, ürünleri serbest yağ asitleri, gliserin, monogliseritler ve digliseritler olan yağın hidrolizasyonudur. Uzun zincirli yağ asitlerinin nötr lipidlerden, fosfolipidlerden ve kolesterolden salınması, sucuk fermantasyonu sırasında meydana gelen kimyasal değişikliklerin araştırılmasında merkezi bir tema olmuştur. (Nurmi ve Niinivaara, 1964; Cantoni ve ark., 1966; Demeyer ve ark., 1974; Roncalés ve ark., 1989). Fermente et ürünlerinde toplam yağ asidi içeriğinin yaklaşık % 5'i serbest yağ asidi seviyelerine kadar ulaşabilir.

2.1.7. Antagonistik etki

Sucuk fermantasyonu sırasında mevcut olan mikroorganizmalar, diğer mikrobiyal türlerin büyümesini etkiler ve fermantasyon sırasında mikrobiyal ekolojik ortamda organizmalar arasında güçlü bir rekabet vardır. Mikrobiyal antagonizm, besin öğelerinin rekabetinden ve mikroorganizmaların ürettiği antimikrobiyal maddelerin etkilerinden kaynaklanır. Starter kültürler veya doğal flora, hakimiyetlerini korumak için antagonizmden yararlanır.

Hammadde olarak kullanılan etin mikrobiyal florasının büyük bir çoğunluğu psikrotrof olan Gram(-) bakterilerden oluşur. Predominant cinsler Pseudomonas, Acinetobacter ve Moraxella'dır. *Brochothrix thermosphacta*, Enterobakterler, Stafilokoklar, Mikrokoklar, spor üreten bakteriler, LAB ve mayalar da bulunmakta olup sayıları, bu üç bakteri cinsine göre oldukça azdır (Lawrie, 1998). Fermente sucuklarda ilave tuz miktarı %2.2'den %3.0'e kadar çıkabildiğinden çoğu bakterinin çoğalması ve özellikle de Gram (-) bakterilerin baskılanması sağlanır (Petäjä, 1977). Pekçok LAB, Stafilokok ve Mikrokoklar, et ürünlerinde fermantasyon sırasında hakim olan tuz konsantrasyonlarına karşı hassas değildir. Bu bakteriler ayrıca 20 - 25 ^{o}C'deki fermantasyon sıcaklıklarında gelişebilirler. LAB'i 7 log kob/g'a kadar çıkarken, Stafilokoklar ve Mikrokokların sayısı 5 log kob/g ve üzerine çıkabilir. Çoğu zaman, üretim oldukça geleneksel şekilde yapıldığında doğal suşlar çok zor gelişir, ancak seçilen LAB starter kültürleri 6-7 log seviyelerinde eklendiklerinde güçlü bir fermantasyon sağlarlar. pH 5.0 ve altına düştüğü durumda birçok diğer bakteri gelişimi baskılanırken, Mikrokoklar ve Stafilokoklar da bu baskılanma görünmez. Bu durum yaklaşık bir haftalık fermantasyondan sonra çoğunlukla bakteriyal floranın birincil olarak LAB, Stafilokoklar ve Mikrokoklardan oluşmasına sebebiyet verir. LAB'ın hidrojen peroksit üretimi de diğer bakterilerin büyümesini baskılayabilir (Lücke, 1986). Pohja ve Nhnivaara (1957)'e göre; Stafilokoklar (Mikrokoklar) da, LAB dışındaki bakterilerin büyümesini de baskılamaktadır. Sonuç olarak, LAB, Stafilokok ve Mikrokoklar, diğer bakterilerin büyümesi ile iyi bir şekilde rekabet etmekte ve böylece, diğer bakterilere göre etin fermantasyon koşullarında daha iyi gelişmektedirler.

Salmonella, Yersinia enterocolitica ve *Campylobacter* gibi patojenlerin çoğalması veya hayatta kalması, düşük pH, laktat üretimi ve düşük a_w'den dolayı fermente et ürünlerinde baskılanır. Listeria'nın canlı kalması daha muhtemeldir, ancak çoğu durumda kurutma sırasında inaktive olurlar (Erkkilä ve ark., 2001). Nörotoksin üretimi ve

Clostridium botulinum'un gelişmesi, bu ürünlerdeki nitrit, düşük pH ve düşük a_w ile kontrol edilir (Peck ve Stringer, 2005). Fermente sucukta zararlı olabilecek patojenler *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* O151: H2'dir. Endotoksin üretimi ve *S. aureus*'un gelişmesi, starter kültürler (LAB) ve sonuçta ortaya çıkan düşük pH ile baskılanır (Niskanen ve Nurmi, 1976). *E. coli* O151: H7, kuru fermente sucuklara inoküle edildiğinde, sayısının 3 log kob/g' dan 2 log kob/g seviyesine düştüğü bildirilmiştir. İnokülasyon çalışmalarında düşük seviyede kontaminasyon nedeniyle, bazıları tipik olarak hayatta kalabilirken, bu patojenin fermente et ürünlerindeki riski pratikte yüksek değildir (Erkkilä ve Petäjä, 2000).

2.2. Prebiyotik ve Probiyotik Kavramı

2.2.1. Prebiyotik kavramı ve gelişimi

Prebiyotik kavramı; "kolonda bir veya birkaç sınırlı sayıdaki bakterinin gelişmesini sağlayan ve / veya aktivitesini seçici olarak uyaran, konakçıyı yararlı bir şekilde etkileyen ve bu şekilde konakçı sağlığını iyileştiren bir sindirim dışı gıda maddesi" olarak tanımlanmıştır (Gibson ve Roberfroid, 1995a). Kavram daha sonra tekrar gözden geçirilmiş ve "konakçının gastrointestinal mikrobiyotasında, refah ve sağlığına yarar verecek şekilde davranış sergileyen bazı etkinlik ve/veya içerikler ile özel değişiklik yapabilen seçilmiş fermente bileşiklerdir" şeklinde revize edilmiştir (Gibson ve ark., 2004; Roberfroid, 2007). En son tanım, "prebiyotik" ve "bifidojenik" terimlerinin bir denklemi şeklinde olup, tanımında prebiyotik endeks (günlük tüketilen prebiyotiklerin gramı başına fekal bifidobakteri konsantrasyonunun mutlak artışını verir) bulunmaktadır. Bu tanıma göre, aday prebiyotikler, *in vitro* ve *in vivo* testlerle kanıtlanması gereken aşağıdaki kriterleri yerine getirmelidir:

(1) Sindirilmezlik (düşük pH mide asidine, enzimatik sindirime ve bağırsak emilimine karşı direnç);

(2) Bağırsak florasında fermantasyon; ve

(3) Bağırsak bakterilerinin büyüme ve aktivitesinin seçici uyarımı (De Vrese ve Schrezenmeir, 2008).

Prebiyotikler Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü tarafından "bağırsak mikroflorasının modülasyonu ile ilişkili konakçıya sağlık açısından fayda sağlayan cansız bir gıda bileşeni" olarak tanımlanmıştır (FAO, 2007). Bu tanım, özel diyet liflerinin,

bağırsak florasının spesifik bir modülasyonunu, özellikle artan Bifidobakteriler ve/veya Laktobasil hücre sayımlarında artışı veya potansiyel zararlı bakterilerdeki azalmayı sağlamasından, sağlığı olumlu yönde teşvik etmesi için yeterli bir ölçüt olduğu gözlemlerinden doğmuştur. Prebiyotikler, bakteriyel türler için besin maddeleri olup, sağlık ve refah açısından faydalı sayılırlar. Prebiyotiklerin sağlığı desteklediği düşünülen kolondaki spesifik bakteri türlerinin büyümesini ve aktivitesini teşvik etmek için önemli diyet katkıları olduğu bilimsel olarak kabul edilmiştir (Anadón ve ark., 2016).

Prebiyotik veya bifidojenik etkiler, ilgili prebiyotiğin çeşidine ve konstantrasyonuna ayrıca ortamdaki bifidobakteri yoğunluğuna bağlıdır. Neredeyse hiçbir basit doz-etkisi bulunmamaktadır. İnülin hariç bilinen prebiyotikler sindirilemeyen oligosakkarit karışımlarıdır. Oligosakkaritler 2-9 polimerizasyon derecesinde düşük molekül ağırlığına sahip karbonhidratlardır. Bunlar, diyet liflerinin tipik özelliklerini sergiler ve birkaç sebze içinde (örn., kuşkonmaz, soğan, sarımsak ve pırasa) fruktan formunda, soya fasulyesinde stakiyoz formunda ve aynı zamanda anne sütü ve inek sütünde bulunurlar. Oligosakkaritler kolaylıkla suda çözünür ve zincir uzunlukları arttıkça azalan bir miktar tatlılık sergiler. Ayrıca su bağlama ve jelleşme özelliklerine sahiptirler. Bu nedenle, bir yağ ikamesi olarak düşünülen kullanımda heksoz molekülleri ve ağ oluşum sayısında artış gösterir (Delzenne, 2003). Prebiyotiklerin işleyiş mekanizması aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Anadón ve ark., 2016):

● Prebiyotiklerin karbonhidratlarının fermantasyonu sırasında, kısa zincirli yağ asitlerinin kolonositlere olan kompozisyonunda artmış ekspresyon veya değişiklik,

● Artan dışkı ağırlığı ve luminal kolon pH'sında hafif bir azalma,

● Daha asidik bir pH ve bağırsak florasının modülasyonu, özellikle karbonhidrat fermente eden bakterilerin büyüme stimülasyonu,

● İkincil safra asitleri ve kanser destekleyici enzimler ile birlikte çürükçül, toksik, mutajenik veya genotoksik maddelerin ve bakteriyel metabolitlerin konsantrasyonunu azaltma,

● Bifidobakteriler ve Laktobasillerde düşük β-glukuronidaz ve nitroredüktaz aktivitesi gösterme,

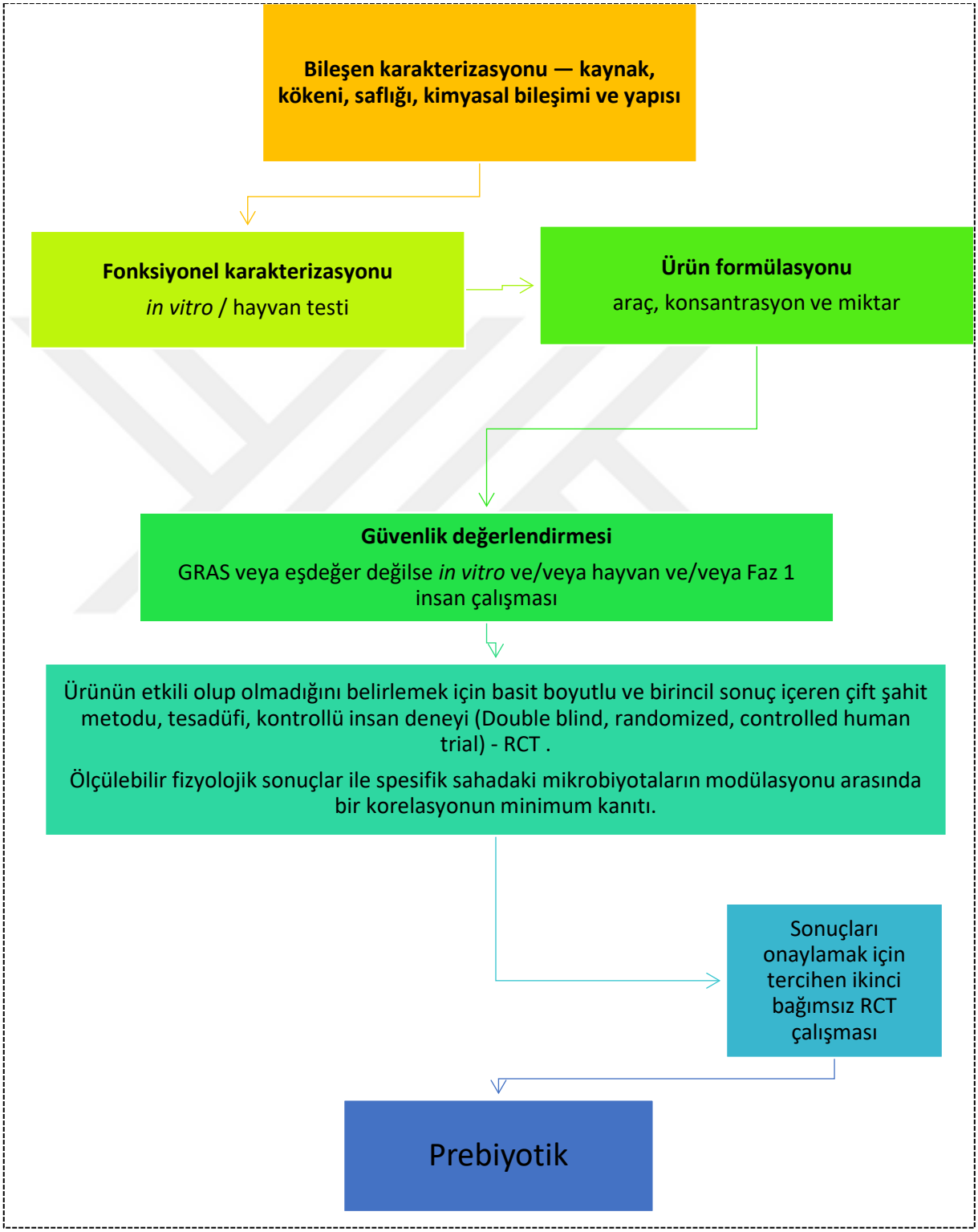
● Azotlu son ürünlerde ve indirgeyici enzimlerde azalma,

● Bütirik asit üretimi ile bağırsak epitelinin yenilenmesini güçlendirme (pro-apoptotik etkiyle),

● Bağlayıcı proteinleri veya mineral emilimiyle ilişkili aktif taşıyıcıları artarak üretme,

● Bağışıklığı geliştirme ve müsin üretimini düzenleme.

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'ne göre bir ürünün prebiyotik olarak değerlendirilmesinde ve doğrulanmasındaki aşamalar Şekil 2.1'de verilmiştir (FAO, 2007):



Şekil 2.1. Prebiyotiklerin değerlendirilme ve doğrulanma aşamaları

Probiyotik içeren gıdalar, fonksiyonel gıdalar olarak kategorize edilebilir ve genellikle probiyotikler için gıda görevi gören sindirilmeyen karbonhidratlar olan prebiyotikler ile ilişkilidir. Probiyotikler ve prebiyotikler birleştirildiğinde, bir sinbiyotik sistem oluştururlar. Probiyotikler ve prebiyotikler arasındaki potansiyel sinerji, GIT'de canlı mikroorganizmaların besin maddesi takviyesi ile hayatta kalmasını ve implantasyonun iyileştirilmesi nedeniyle oldukça etkili olarak kabul edilmiştir. Sinbiyotiklerin başlıca faydalarından biri gastrointestinal sistemde probiyotiklerin artan kalıcılığıdır(Furrie ve ark., 2005).

Genel olarak prebiyotikler, hem gastrointestinal mikroflorada hem konak hem de sağlığa yarar sağlayan bileşimde ve / veya aktivitede spesifik değişikliklere izin veren seçici olarak fermente edilmiş bir bileşen olarak tanımlanmaktadır (Roberfroid, 2007). Bu terim, endojen mikroorganizmalar için bir besin maddesi olarak hareket ederek bağırsak mikrobiyal florasının büyümesini kolaylaştırabilen organik maddelere değinmektedir. ENDO (Sindirilemeyen Oligosakkaritler Avrupa Projesi) tarafından önerilen tanıma göre, prebiyotikler, insan bağırsağında bifidobakterilerin ve laktobasillerin büyümesini ve / veya metabolizmasını uyaran ve teşvik edebilen sindirilemeyen oligosakkaritlerdir (Van Loo ve ark., 1999; Jeurink ve ark., 2013). Buna göre, prebiyotikler aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır:

- Üst gastrointestinal kanalda hidrolize veya absorbe edilemezler.
- Kolonda bulunan laktobasil ve bifidobakteriler gibi bir veya birkaç bakteri için seçici bir substrat olmalıdır.
- Bağırsak mikroflorasını konakçı organizmaya daha sağlıklı ve daha yararlı bir bileşime dönüştürebilmelidir (Gibson ve Roberfroid, 1995b).

Prebiyotikler, toplam enerji ihtiyacının yaklaşık % 10'unu ve insanlar tarafından alınan toplam gıda hacminin yaklaşık % 20'sini oluşturmalıdır.

2.2.2. Prebiyotiklerin özellikleri

Sağlam biçimde konakçı kolonuna ulaşan her diyet bileşeni potansiyel olarak prebiyotik olabilir. Prebiyotikler arasında çeşitli oligosakkaritler (frukto-, galakto-, isomalto-, ksilo- ve soyo-oligosakkaritler), ayrıca laktuloz ve laktosükroz bulunur. Prebiyotik maddeler; özellikle sindirilmeyen oligosakkaritler (NDO)'dir (Parracho ve ark., 2007). NDO'lar farklı kimyasal bileşimler ve prebiyotik özellikleri olan karmaşık heterojen bir madde grubunun parçası olup, tüm NDO'lar sindirim sisteminin

başlangıcında bulunan laktaz, sakarraz-izomaltaz, maltaz-glukoamilaz, trealaz ve amilaz gibi enzimlerin hidrolitik etkisine dirençli güçlü bağlara sahiptirler. Bu nedenle neredeyse hepsi parçalanmadan kalın bağırsağa ulaşırlar.

En fazla araştırılan NDO'lar anne sütünde bulunan, insan sütü oligosakkaritleri (HMOS) olup, ticari olarak satılan galakto-oligosakkaritler (GOS) ve frukto-oligosakkaritler (FOS) gibi non-lime türevli NDO'lardır. Bunlar, galaktoz, fruktoz, N-asetil-glukosamin ve sialik asit gibi 3-10 monosakkarit ünitelerinden oluşan karbonhidratlardır ve karakteristik glikozidik bağları ile birbirine bağlanmıştır. Oligosakkaritler, tüm prebiyotiklerin mevcut sınıflandırma kriterlerini karşıladıkları için en önemli prebiyotik substrat olarak kabul edilmektedir (Rycroft ve ark., 1999; Ouwehand ve ark., 2005).

2.2.3. Prebiyotiklerin etki mekanizması

Prebiyotiklerin genel olarak etki mekanizmaları birbirlerine çok benzerdir. Özellikle insanlarda en çok çalışılan ve en iyi bilinen prebiyotiklerin etki mekanizmaları, anne sütünün oligosakkarid fraksiyonu olanlardır ve aşağıda açıklanan dört ana etki ile özetlenebilir:

(1) Biyokütle etkisi. Kalın bağırsakta bulunan bir takım HMOS (% 40-60'a eşit), bakteriyoidlerin, klostridlerin ve fusobakterilerin yüzde kompozisyonunu azaltarak bifidogen florasının selektif gelişimini destekleyen bir “biyokütle etkisi” ne sahiptir. Sonuçta ortaya çıkan fermantatif metabolizma, SCFA'ların (bunların arasından en çok tercih edilenler, bütirik asittir); bazı amino asitlerin (arginin, sistein ve glutatyon gibi); poliaminlerin, büyüme faktörlerinin, vitaminlerin ve antioksidanların üretimini belirlerler. Bu maddeler, bağırsak mukozasını kolonize eden ve çeşitli metabolik süreçlere katılan bu bakteri türlerinin besinsel ihtiyaçlarında önemli bir rol oynar. FOS, GOS ve inülin gibi sütdışı oligosakkaritler bile bifidobakteri ve Laktobasillerin gelişme ve aktivitelerinde, *Clostridium*, *Klebsiella*, *Enterobacter* ve *Bacteroides* bakterilerinin zararlarına karşı uyarır (Langlands ve ark., 2004; Rastall, 2004). Ayrıca, bir enerji kaynağı olarak kullanılmaya ek olarak, SCFA'lar mukoza üzerinde trofik bir etkiye sahip olabilirler, suyu yeniden emebilmeye, bağırsak pH'ını azaltmaya ve patojenik mikroorganizmaların gelişmesi için daha az elverişli hale getirmeye yardımcı olabilir (Rechkemmer ve Rönnau, 1988; Cummings ve ark., 1989).

(2) Lif etkisi. Kalın bağırsaktaki birçok HMOS (toplamın yaklaşık% 30-50'sine eşittir) “lif etkisi” ne sahiptir; bunlar dışkı yoluyla dışarı atılır, dışkı kütlesi artar ve dışkılama sayısı artar (Coppa ve ark., 2001).

(3) İmmünomodülan etkisi. HMOS ayrıca önemli bir "immünomodülan etki" de rol oynar. Aslında, anaerobların fermantasyonu bütirat gibi daha önce açıklanan SCFA'ları üretir ki bunlar bağışıklık sistemini uyumlu hücreler lehine epitelyal hücrelerin glutamin gerekliliklerini azaltabilen bileşenlerdir (Salvini, 2003).

İmmünomodülatörler, bağışıklık sisteminin tepkisinin kapsamını, türünü, süresini veya yetkinliğini düzenleyen veya değiştiren dışsal veya içsel maddelerdir. İmmünomodülasyon, immün sisteminin tepkisini düzenlemeyi amaçlayan tüm terapötik müdahaleleri kapsar.

(4) Anti-enfektif etki: Anti-enfektif etki doğrudan ve dolaylı bir mekanizma ile ifade edilir. Direkt mekanizma, enterik mukozanın epitelyumu üzerindeki bakteriler tarafından tanınan bağlanma alanlarınınkine benzer olan HMOS'un kimyasal yapısı ile bağlantılıdır. Sonuç olarak, patojenik ajanlara ve onların toksinlerine rekabetçi bir şekilde bağlanabilen ve eylemlerini engelleyebilen “çözünebilir reseptörler” gibi davranırlar (Kunz ve ark., 1999). Örneğin, mannoz bakımından zengin glikoprotein, *Escherichia coli*'nin Tip 1 fimbrialarıile bağ için rekabet edebilirken, sialo-galaktosid aynı bakterinin *S. fimbriae’*sına bağ yapabilir. Bununla ilgili olarak, HMOS'un enteropatojenik *E. coli, Campylobacter jejuni, Shigella spp.* ve *Vibrio colerae* gastroenteritine karşı koruyucu etkileri bildirilmiştir (Beachey, 1981; Mirelman, 1986).

2.2.4. Prebiyotiklerin yan etkileri

Günlük <20 g/gün prebiyotik doz genellikle iyi tolere edilirken, daha yüksek dozlarda midede gaz oluşumu/toplanması, şişkinlik, abdominal ağrı ve diyare gibi yan etkilere neden olabilir (Knol ve ark., 2005a; Knol ve ark., 2005b; Ouwehand ve ark., 2005).

2.2.5. Probiyotik kavramı ve gelişimi

Probiyotikler, konakçıları üzerinde pozitif bir etkiye sahip canlı mikroorganizmalardır ve bağırsak mikrobiyal dengesini geliştirme yeteneği ile tanımlanır (Guarner ve Schaafsma, 1998). Ekim 2013'te Probiyotikler ve Prebiyotikler Uluslararası Bilimsel Derneği (ISAPP) tarafından probiyotik alanlarını tartışmak üzere bir uzman

heyeti toplanmış ve FAO / WHO tarafından da onaylanan probiyotik tanımlaması - "yeterli miktarlarda verildiğinde bu canlı mikroorganizmalar, konakçı üzerinde bir sağlık yararı sağlar" şeklinde olmuştur. Bu tanımlamanın mevcut ve öngörülen uygulamalar için yeterli ve uygun olduğu bildirilmiştir (FAO, 2001; Hill ve diğ., 2014).

Probiyotikler ilk olarak 20. yüzyılda, Rus Nobel ödülü sahibi Elie Metchnikoff tarafından, Bulgar çiftçilerinin uzun ömürlülüğünün, büyük miktarda, canlı, patojenik olmayan *Lactobacillus bulgaricus* gibi bakteriler içeren (ki bu bakteriler insan bağırsak florasını konakçı organizmaya yararlı mikrobik türler lehine değiştirebilir) günlük fermente süt ürünleri tüketimiyle doğrudan bağlantılı olduğunu öne sürdüler (Zhang ve ark., 2005). Probiyotik olarak tanımlanabilmesi için, bu bakterilerin Avrupa Birliği tarafından listelenen bazı kriterleri de karşılaması gerekmektedir (Becquet, 2003):

- ✓ Detaylı tanım ve yazım,
- ✓ Patojenik etkilerinin olmaması (yani enterotoksin ve sitotoksin üretimi, enteroinvazivite, patojenlerin adezyonu, hemoliz, serolojik patojenite, antibiyotiğe dirençli genlerin varlığı),
- ✓ Türün etki alanına ulaşması (genellikle bağırsak) ve bu kısma ulaşıncaya kadar sinidirim sırasında karşılanan fizyolojik streslere karşı (mide asitliğinde, bağırsak pH'sında, safra tuzların varlığında) hayatta kalmak (Butel, 2014) ,
- ✓ Bağırsak epiteline yapışma yeteneği,
- ✓ Kolonu kolonileştirme yeteneği,
- ✓ Sağlıkla ilgili kanıtlanmış klinik etki,
- ✓ Güvenlik (Gorbach, 2000),
- ✓ Patojen bakterilere karşı rekabetçi antagonizm.

"Pro" ve "biota" olmak üzere iki kısımdan oluşan probiyotik terimi "for life" (yaşam için) anlamını taşımakta olup, antibiyotik teriminin anlamca karşıtıdır (Coşkun, 2006). Probiyotikler sağlıya faydalı, canlı bakteri içeren yiyecekler olarak tanımlanır (Kaleli, 2007). Günümüzde en yaygın olarak kullanılan probiyotikler Laktobasillerdir (Gürsoy ve ark., 2005). Laktobasiller bebek mamalarında, probiyotik ilaveli sütlerde ve çeşitli farmasötik preparatlarda probiyotik olarak bulunabilmektedirler (Pereira ve ark., 2003). İnsan vücudunun yaklaşık 2 m²'si deri ve 300 m²'si mukozal yüzey ile kaplıdır (Vural ve Çelen, 2005). Bu yüzey insan vücudunu yaklaşık olarak 10^{14} mikroorganizmadan ayırmaktadır (Coşkun, 2006). Gastrointestinal sistemin mukoza yüzeyi, akciğer yüzeyinden daha küçük olmasına karşın fonksiyonu komplekstir (Gürsoy

ve ark., 2005). Gastrointestinal sistemin normal florası doğumda sterilken, yenidoğan döneminde bir flora kazanılmaktadır. Floranın kaynağı normal doğum sırasında yutulan annenin vajinal ve fekal florasıdır (İnanç ve ark., 2005). Gastrointestinal kanal dış dünyadan yiyecek, içeceklerle gelen zararlı ajanlara (patojen mikroorganizma, kimyasal ajanlar), besin maddelerinden oluşan antijenlere ve normal gastrointestinal flora orijinli antijenlere karşı devamlı savaşım halindedir (Özden, 2005). Probiyotik tedavisinin bağırsak savunma bariyerini mikrobiyal ekolojiyle teşvik ettiğine inanılmaktadır (Jones, 2002). Probiyotik mikroorganizmalar, patojen ve toksijenik olmama, insan kaynaklı olma, mide asidi ve safraya dirençli olma, bağırsak hücre epiteline tutunabilme, gastrointestinal sistemde geçici olarak kolonize olabilme, doğal floraya adapte olabilme, antimikrobiyal özellikte salgı yapabilme ve konakçının sağlığına olumlu katkı yapabilme gibi özelliklere sahip olmalıdır (Coşkun, 2005). Probiyotikler, patojen mikroorganizmaların inhibe edilmesini veya ortadan kaldırmasını birçok mekanizma veya yolla gerçekleştirmektedir. Bunlar; laktik asit üreterek lümenin pH'sını düşürmek, antimikrobiyal mikrosin, hidrojen peroksit ve serbest radikaller üretmek, reseptörlere tutunarak ve besin kaynakları için rekabet etmek, koruyucu musin oluşumunu uyarmak, sekretuar IgA yapımını uyarmaktır (Yılmaz, 2004). Probiyotiklerin birçoğu patojen olmayan mikroorganizmalar olup, Laktobasiller, Bifidobakteriler ve Enterokoklar gibi insan sindirim sisteminde doğal olarak bulunmaktadırlar. Ancak son yıllarda yapılan çalışmalar ile bazı probiyotik mikroorganizmaların (*Lactobacillus rhamnosus, Lactobacillus paracasei* gibi) olası potansiyel patojeniteleri tespit edilmiş ve ürün uygulamalarında kullanılacak probiyotik mikroorganizmaların (Çizelge 2.1) bu açıdan titizlikle değerlendirilmeleri gerekliliğine dikkat çekilmiştir (Gürsoy ve ark., 2005).

Çizelge 2.1. Ticari olarak kullanılan probiyotik suşları

Lactobacillus suşları	**Bifidobacterium suşları**
L. acidophilus	*B. bifidum*
L. casei	*B. breve*
L. fermentum	*B. lactis*
L. gasseri	*B. longum*
L. johnsonii	
L. lactis	**Mayalar**
L. paracasei	*Saccharomyces boulardii*
L. plantarum	
L. reuteri	
L. rhamnosus	
L. salivarius	
Streptococcus suşları	
S. thermophilus	

Probiyotik bakteriler ilaç veya destek amaçlı haricen alınabilir. Fonksiyonel gıdalarla karıştırabilir, onlara katılabilir veya doğal olarak bu gıdaların bilemişinde bulunabilir (Coşkun, 2014).

Çoğu probiyotik gıdalar, Laktobasil ve/veya Bifidobakterileri içerir. Enterokoklar nadiren kullanılır. Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmalar temel olarak heterojen gruptaki Laktik asit bakterileri, Lactobaciller (*L. acidophilus, L. casei, L. plantarum, L. reuteri, L. rhamnosus, L. salivarius*), Bifidobakteriler (*B. breve, B. longum, B. lactis),* Basiller *(B. subtilis, B. cereus var. toyoi*) ve Enterococcus (*E. faecium*) üyelerinden oluşan bakteriyel suşlardır (Anadón ve ark., 2006).

Probiyotik mikroorganizmaların başarılı olabilmeleri için bazı özellikler taşımaları gerekmektedir. İnsanlarda güvenle kullanılabilmeli, etkili olmalı, ürünün rafta kalma süresince canlı kalmalı ve patojen özellikleri olmamalıdır. Konakçı için güvenilirlik, immün sistemi düzenlemeli, kullanılacağı konakçının türünden elde edilmiş olmalı, tanımlama ve tiplendirmesinin iyi yapılmış olması, patojen ve toksik özelliklerinin bulunmaması (enterotoksin ve sitokin yapımı, enteroinvazivite, patojenik adhezyon, hemoliz, antibiyotik direnç geni taşıma dahil), mide asidi ve safra pankreatik asitlerine dirençli olmalı, antimikrobiyal maddeler salgılayabilmeli, gıda katkı maddelerine dirençli olmalı, işleme koşullarına karşı dirençli olmalı, bağırsak epiteline tutunabilmeli, gastrointestinal sistemde geçici olarak kolonize olabilmeli, konakçı sağlığı üzerinde gösterilmiş yararlı etkiler yapmalı, patojen bakterilerin tutunmasını inhibe etmeli, çok sayıda canlı mikroorganizma içermeli, bağırsaklarda canlı kalabilmeli, metabolik aktivitesini sürdürebilmeli, muhafaza ve kullanım sırasında canlılığını sürdürebilmeli, doğal floraya adapte olabilmeli ve onları dışlayıp yerlerine geçmemelidir (Salminen ve ark., 2005; Williams, 2010; Coşkun, 2014). Probiyotik mikroorganizmaların insan kaynaklı olma ve canlı olma özellikleri göreceli bir kriterdir. *Saccharomyces boulardii* insan kaynaklı olmadığı halde insanlar için kullanılır. Bu nedenle "biyoterapötik ajan" ifadesinin kullanılması daha doğru bir ifade olacaktır (Sleator ve Hill, 2008).

2.2.6. Probiyotiklerin özellikleri

Probiyotiklerde pediatrik klinik çalışmalarda daha sık araştırılanlar Lactobacillus, Bifidobacterium ve Streptococcus cinslerine aittir (Hoyos, 1999; Dani ve ark., 2002; Bin-Nun ve ark., 2005; Lin ve ark., 2005). Lactobacillus cinslerinin en çok incelenen

probiyotik ajanları *Lactobacillus rhamnosus* LGG, *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. johnsoni* ve *L. reuteri*'dir. *Lactobacillus rhamnosus* LGG, insanlarda en çok çalışılan Lactobacillus'tur. Bifidobacterium cinslerinin en sık çalışılan probiyotik ajanları *B. breve, B. infantis, B. lactis* ve *B. longum*'dur. *S. termophilus, Streptococcus* cinslerinin en popüler organizmasıdır. Bu bakteri türlerinin yanı sıra, *Saccaromyces boulardi* gibi probiyotikler gibi davranan bazı mayalar da vardır. Probiyotikler, *Escherichia coli* veya *Propionibacterium* gibi laktik bakterilerde bulunmayan diğer bakteriyel cinslere ait olabilir. Bu sonuncu türler yine de daha az sıklıkla kullanılmaktadır ve Enterococcus cinsine ait probiyotikler olarak daha yüksek potansiyel yan etki riski sunmaktadır. Gerçekten de, bu canlı bakteriler, vaka nadir olsa da, konakçıda sistemik enfeksiyonlara ve translokasyona neden olabilir (Boyle ve ark., 2006). Bu bakteriyel cinsler ayrıca antibiyotik direncinin vektörleri olabilir (Butel, 2014). Bebek formülleri ve probiyotik açısından zengin gıdalar dünya çapında yaygın olarak mevcuttur. Kuzey Amerika'da, içeceklerde ve diğer yiyeceklerde bulunan spesifik suşlar hakkında ayrıntılı bilgiler ve probiyotik miktarları LGG, *L. casei* ve *L. reuteri* gibi probiyotikler için iyi bir şekilde belgelenmiştir. *B. lactis*, doğumdan başlayarak bebek formüllerinde kullanılmak üzere FDA değerlendirmesine tabi tutulan ve bu özel kullanım için pazarlanabilen tek probiyotik bakteridir. Kuşkusuz, probiyotik bakteriler, kişinin diyetine güvenli ve yeterli bir şekilde entegre edildiğinde çok etkilidir. Ancak, terapötik amaçlar için kullanılıyorsa, kapsüller veya tabletler yoluyla alınmalıdır. Pediatride önleyici bir yaklaşım olarak (örneğin akut diyare ve antibiyotik kaynaklı ishal ve alerji durumunda) kullanıldığında, seçilmiş bakterilerin bebek formülünde, yoğurtta, fermente sütte veya sütten kesme işlemi sırasında tüketilen diğer içecek veya yiyecekler aracılığıyla diyete dahil edilmesi durumunda uzun süreli kullanımının daha pratik olduğunu hatırlamak önemlidir. Probiyotiklerle ilgili başka bir problem onların kararlılığıdır; maya olan *S. boulardii* gibi bazılarının diğerlerinin aksine soğutulması gerekebilir (Charrois ve ark., 2006).

Fizyolojik ve terapötik bir etki elde etmek için, günlük probiyotik dozunun 10^8 ila 10^{10} koloni oluşturan birim (kob) aralığında olması gerekir (Donnet-Hughes ve ark., 1999). Daha spesifik sınırlar koymak imkansızdır çünkü hedeflerine ulaşacak mevcut bakterilerin sayısını tahmin etmek çok zordur. Bu büyük ölçüde bunları hazırlamak için kullanılan tekniğe bağlıdır. Bununla birlikte, ihtiyaç duyulan miktar, hedef üzerinde ve konakçı organizmada kullanılan türe bağlı olabilir.

2.3. Yulaf Bazlı Çalışmalar ve Et Ürünlerinde Kullanımı

Probiyotik ve prebiyotik alanlarında yoğun araştırmalar yürütülmektedir, ancak gıda formülasyonu etkilerine ilişkin ana konular oldukça benzer ve temelleri üzerinde çok az değişiklik olan daha geniş ve ayrıntılı veriler mevcuttur. Meyve suyu ile tatlandırılmış fermente sütler probiyotiklerin en sık karşılaşılanıdır. Probiyotiklerin kullanıldığı diğer yiyecekler dondurma, peynir, şeker, çikolata, sakız, yulaf veya soya ile zenginleştirilmiş süt veya doğrudan yulaf veya soya bazlı ürünler, bebek maması ve fermente et ürünleridir (Pennacchia ve ark., 2006; Sendra, 2008).

Tahıl bazlı gıdalar, formülasyonla ilgili özel ilgi gören bir grup fermente gıdalardır. Vasiljevic ve ark. (2007); yulaf ve arpalarda bulunan ß-glukan ilavesinin, kontrol ve inülin ilavesine kıyasla *B. animalis ssp. laktis* (Bb-12TM) mikroorganizması üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Yulaf β-glukan ilavesi inülin ile kıyaslandığında probiyotik mikroorganizmanın yaşayabilirliğini ve stabilitesini artırmıştır. Aynı zamanda laktik ve propiyonik asit üretiminin de arttığı belirlenmiştir. Arpa β-glukan ilavesinin, yulaflara göre daha fazla proteolitik aktiviteyi bastırdığı gözlenmiştir. Bu gelişmeler termodinamik uyumsuzluğun neden olduğu büyük sineresis ile engellenmiştir. Faz ayrılmasını önlemek için ß-glukan ilavesinin, ağırlık/ağırlık bazında % 0.24 veya daha altında olması gerektiği rapor edilmiştir. Kedia ve ark. (2008) bir probiyotik içeceğin üretiminde *L. plantarum* için substrat olarak yulaf kepeği ile tam ve beyaz yulaf ununun etkilerini test etmişlerdir. En yüksek probiyotik hücre konsantrasyonu beyaz unda (9.16 log kob / mL) gözlenirken, kepek örneğinde ise en düşük miktar (8.17 log kob / mL) gözlenmiştir.

Düşük su aktiviteli bir gıda olan çikolata kaplı hububatlarda polidekstroz ve buğday dekstrini sırasıyla 3 ve 7 ay boyunca en iyi probiyotik korumayı sağlamıştır. Bu işlev probiyotiklerin canlılığını ve stabilitesini korumak için liflerin kullanılabileceği fakat bununda bazı fonksiyonlara (pH, gıda bileşimi, su aktivitesi) ve türlere bağlı olduğu belirlenmiştir. İnulin, yulaf kepeği, olgunlaşmamış muz ve elma lifi için *L. casei* üzerine yulaf kepeğinin soğuk depolama sırasında en yüksek canlılığı destekleyen bir taşıyıcı olduğu gösterilmiştir(Guergoletto ve ark., 2010).

P. parvulus 2.6R ile hazırlanan yulaf bazlı bir gıdanın insanlar tarafından tüketimi sonucunda, serum kolesterol seviyelerinin düştüğü bildirilmiştir (Mårtensson ve ark., 2005).

Endosperm hücre duvarlarında, yulaf ve arpa ile birlikte sorgum, tritikale, buğday ve pirinç gibi tahılların subalevron katmanlarında bulunan β-glukanlar, β (1,3) - ve β (1, 4) -d-glikopiranosil ile β (1,2) - veya (1,6) -glukopiranosil dal üniteleriyle doğrusal polimerler olarak tanımlanmışlardır (Volman ve ark., 2008; Barsanti ve ark., 2011; Synytsya ve Novák, 2013). Toplam ß-glukan miktarı çeşit ve agronomik koşullar dahil olmak üzere çeşitli faktörlere bağlı olduğundan, bu polimerin içeriği yüksek β-glukan düzeylerine sahip bazı yulaf ve arpa türlerinde 100 g başına sırasıyla kuru ağırlıkta 2-20 g ve 3-8 g olarak belirlenmiştir (Barsanti ve ark., 2011).

Yulaf β-glukanlarının günlük alımı 3 g olduğunda koroner kalp hastalığı riskini azaltabilen faydalı bileşikler olduğu iddia edilmiştir (FDA, 1997; Bell ve ark., 2001).

Sinbiyotikler, insan sağlığının probiyotiklerin ve prebiyotiklerin eşzamanlı yararlı etkilerinden yararlanabileceği kavramını tanıtan yeni ortaya çıkan fonksiyonel gıda sınıfıdır. ß-glukan içeren gıdalar fermente edilebilir substratlar ve probiyotik mikroorganizmalar için bir araç şeklinde sınıflanabildiği için bu konsepte dahil olabilirler. Yulaf ve arpa, β-glukanların ana kaynağı olduğu için bu tahıllar bir dizi yeni gıda formülasyonu için matriks olarak önerilmiştir (Charalampopoulos ve ark., 2002). Özellikle, yıllar geçtikçe, probiyotik olmayan fermente gıda ve içeceklerin hazırlanmasına yönelik birçok çalışma yapılmıştır (Prado ve ark., 2008; Rivera-Espinoza ve Gallardo-Navarro, 2010). Tahıl β-glukanlarının ekstrakte edilebilir, saflaştırılabilir ve hem tahıl hem de süt bazlı gıda sistemlerine içerik olarak dahil edilebileceği de rapor edilmiştir (Brennan ve Cleary, 2005). Farklı kaynaklardan gelen β-glukanlar, FDA tarafından GRAS maddeleri olarak kabul edilmiş olup, bunlar amaçlanan kullanım koşullarına bağlı gıda üretimi için kullanılabilir.

Sinbiyotik yoğurt üretiminde düşük sıcaklıkta depolama ve yulaf β-glukanların eklenmesi, *B. longum*'un hayatta kalmasını 2 haftaya kadar en az 10^7 kob / mL konsantrasyonda uzattığı ve bifidobakteriler üzerinde koruyucu etkisi bulunduğu belirtilmiştir (Rosburg ve ark., 2010). Benzer şekilde, fermente yağsız sütte β-glukanların etkisi araştırılmış, soğuk depolama boyunca *Lactobacillus paracasei* probiyotik suşunun daha fazla canlılığı gözlenmiştir (Lazaridou ve ark., 2014).

Yulaf kaynaklı β-glukan eklenmesi, artan laktik ve propionik asit üretimi ve probiyotik canlılık ve stabilitenin iyileştirilmesi gibi inulin ile kıyaslanabilir düzeylerde farklı prebiyotik faydalar sağlamıştır (Vasiljevic ve ark., 2007).

Süt ürünü olmayan, yulaf bazlı ürünlerin probiyotik suşların gelişmesini desteklemek için uygun substratlar olduğu öne sürülmüştür (Mårtensson ve ark., 2002).

Özellikle β-glukan eklenerek *Lactobacillus reuteri, L. acidophilus ve Bifidobacterium bifidum'un* probiyotik bakterilerinin 30 günlük soğuk depolama sırasında yaşam seyri incelendiğinde, hücre sayılarının korunduğu ve arttığı bildirilmiştir. Bununla birlikte, sadece *B. bifidum* ile fermente edilmiş örneklerde son β-glukan konsantrasyonunda bir azalma saptanmıştır. Bu durum koruyucu etkinin prebiyotiklerin parçalanması ile ilişkili olmayabileceğini düşündürmüştür (Mårtensson ve ark., 2002).

Tahıl bazlı fermente gıdalar ve içecekler, yulaf lifi ve probiyotik içeriği nedeniyle sinbiyotik gıdalar olarak düşünülebilir. Bu durum β-glukan ve LAB'nin faydalarının, tüketicinin mikrobik bağırsak dengesinin korunmasında ve iyileştirilmesinde oldukça etkili olabileceğini göstermiştir (Blandino ve ark., 2003).

Son zamanlarda, yulaf kepeği dahil prebiyotik liflerin dehidrasyonunun *Lactobacillus casei* LC-1 ile birlikte simüle edilmiş mide-bağırsakta probiyotiklerin canlı kalmasında yüksek stabiliteye sahip olduğu da gösterilmiştir (Guergoletto ve ark., 2010).

Mikrobiyal kaynaklı β-glukanlar, prebiyotik potansiyele sahiptir ve fermente gıdaların reolojisine ve tekstürüne olumlu etki gösterirler (Mårtensson ve ark., 2002). Fonksiyonel gıdaların üretiminde potansiyel faydaları hakkında bilgi edinmek için, *P. parvulus ve Lactobacillus suebicus'un* β-glukan üreten suşları, probiyotik yetenekleri açısından ayrıca araştırılmıştır (de Palencia ve ark., 2009; Garai-Ibabe ve ark., 2010). Son zamanlarda, *P. parvulus* 2.6 'dan elde edilen β-glukanların bulunmasının bazı probiyotik suşların büyümesi üzerinde olumlu bir etkisi olduğu bulunmuştur (Russo ve ark., 2012). Probiyotik yetenekli mikrobiyal gıda kültürleri üreten β-glukanların; yeni nesil sinbiyotik gıdalar elde etmek için ve matrislerin yerinde güçlendirilmesi için potansiyel olarak kullanılabileceği düşünülmektedir (Arena ve ark., 2015).

Potansiyel (sinerjik) sinbiyotik çiftleri seçmek için, besiyerindeki probiyotik büyümeye dayalı ve ana karbon kaynağı olarak prebiyotiklerin seçimi şeklindeki tarama yaygın olarak yapılmaktadır. *Bifidobacterium animalis subsp. laktis* Bl-04 (Bl-04) ve *Lactobacillus acidophilus* (NCFM) probiyotik suşları bu husus için verilebilecek iki iyi örnektir. Her ikisi de aynı prebiyotik karbonhidratların bir kısmını fermente edebilir. Bununla birlikte, iki suş arasında da farklılıklar görülür; melibiyoz, maltotrioz ve ksilobioz Bl-04'ün büyümesini desteklerken NCFM'yi desteklemediği ve galaktoz, izomaltuloz ve sellobiyoz NCFM'nin büyümesini desteklerken, Bl-04'ü desteklemediği belirlenmiştir. Yapılan çalışmada NCFM'nin yulaf kaynaklı β-glukanlar ile yaşam seyrinin arttığı gözlenmiştir (van Zanten ve ark., 2012).

Serum kolesterol seviyesini düşürdüğü iddia edilen ticari olarak temin edilebilen fonksiyonel gıda maddeleri içerisine yulaf kepeği lifi, soya proteini, balık yağı yağ asitleri, bitki sterolleri ve stanolleri, probiyotikler ve prebiyotiklerin girdiği rapor edilmiştir (Jones ve ark., 2008).

Uygulama olanakları sunan yeni antimikrobiyaller hâlâ keşfedilmektedir. Örneğin, *Lactobacillus plantarum* bir takım değişik bileşenler üretmektedir. Bunlar arasında düşük moleküler ağırlığa sahip laktik asit ile sinerjistik etki gösteren (Niku-Paavola ve ark., 1999), 3-hydroxy yağ asitleri (Sjögren ve ark., 2003), antifungal siklik peptidleri (Ström ve ark., 2002), fenilaktik asit ve 4-hydroksifenilaktik asit (Ström ve ark., 2002; Valerio ve ark., 2004) molekülleri örnek verilebilir. Bu bileşenlerin çoğu maya ve küflere karşı aktif olarak etki göstermiş ve hatta bazılarının aynı zamanda *Listeria* ve *Salmonella* gibi Gram (+) ve Gram (–) bakterilere karşı da etkili olduğu bildirilmiştir.

Fermente sucuklarda bakteriyosin üreten *Lactobacillus sakei*'nin starter kültür olarak kullanılması ile *Listeria* seviyelerinde düşüş olduğu gözlenmiştir (Schillinger ve ark., 1991; Hugas ve ark., 1995; Hugas ve ark., 1996; De Martinis ve Franco, 1998). Antilisteriyal etkiler aynı zamanda bakteriyosinojenik *Lactobacillus curvatus* (Hugas ve ark., 1996; Dicks ve ark., 2004) ve *Lactobacillus plantarum* (Campanini ve ark., 1993; Dicks ve ark., 2004) bakterilerinin starter kültür olarak kullanımı ile de görülmüştür.

Lactobacillus suşlarını içeren sucuklar genellikle bakteriyosin veya bakteriyosin benzeri ürünler oluşturmaktadır. Yapılan birçok araştırmada *Lactobacillus sakei* (Sobrino ve ark., 1991; Tichaczek ve ark., 1992; Garriga ve ark., 1993; Samelis ve ark., 1994; De Martinis ve Franco, 1998; Aymerich ve ark., 2000; Rosa ve ark., 2002; Tantillo ve ark., 2002), *Lactobacillus curvatus* (Tichaczek ve ark., 1992; Sudirman ve ark., 1993; Mataragas ve ark., 2002), *Lactobacillus plantarum* (Garriga ve ark., 1993; Rekhif ve ark., 1995; Enan ve ark., 1996; Aymerich ve ark., 2000; Messi ve ark., 2001), *Lactobacillus brevis* (Benoit ve ark., 1994) ve *Lactobacillus casei* (Vignolo ve ark., 1993)'nin bu özellikleri gösterdiği bildirilmiştir.

Et ve et ürünlerinde ticari starter kültür olarak kullanılan probiyotik bakteriler içerisinde düşük rekabetçi özellikleri nedeniyle *Lactobacillus sakei* veya *Lactobacillus curvatus* bakterilerinin yerine bazen *Pediococcus acidilactici*, *Pediococcus pentosaceus*, *Lactobacillus pentosus* ve *Lactobacillus plantarum* bakterilerinin kullanıldığı bildirilmiştir (Doßmann ve ark., 1998; Coppola ve ark., 2000).

Fermente sucuklarda en fazla kullanılan starter kültürler Avrupa'da *Lactobacillus* türleri (*L. sakei*, *L. curvatus*, *L. plantarum* ve *L. casei),* Amerika'da ise *Pediococcus* türleridir (Rantsiou ve ark., 2006).

Pidcock ve ark. (2002); ticari starter kültür olarak kullanılan *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus paracasei* veya *Bifidobacterium lactis*'in Macar salamında gıda güvenliğini artırdığı görülmüş, bunun sebebinin ise *L. monocytogenes* ve *E. coli* O111'e karşı fermentsayon süreci boyunca güçlü bir inhibitör etki göstermesinden kaynaklandığı vurgulanmıştır.

Lactobacillus rhamnosus E-97800, *Lactobacillus rhamnosus* LC-705 ve *Lactobacillus plantarum* probiyotiklerinin, Kuzey Avrupa tipi kuru sosislerde antilisteriyal aktivite etki gösterdiği belirlenmiştir (Työppönen ve ark., 2003a).

Yağ miktarı azaltılmış ilk ticari ürünlerde; karragenan, yulaf kepeği ve soya izolatlarının kullanıldığı bildirilmiştir (Resurreccion, 2004). Diyet lifleri, birçok alt gruba ayrılmış olmasına rağmen son yıllarda FAO ve WHO tarafından sudaki çözünürlüklerine göre çözünür ve çözünmez diyet lifi olarak iki ana grupta toplanmıştır (Ramulu ve Rao, 2003). Pektin, gamlar ve musilajlar çözünür; selüloz, hemiselüloz, lignin ve modifiye selüloz ise çözünmeyen lifler grubunda yer almaktadır (Jalili ve ark., 2001; Ralapati ve LaCourse, 2002). Çözünür lifler su ile karıştırıldığında suyu bağlayarak jel oluştururken (Tamer ve ark., 2004), çözünmeyen lifler ise 20 katı kadar suyu absorblamasına rağmen jel oluşturamamaktadır (Burdurlu ve Karadeniz, 2003). Gelişmiş ülkelerde kalp-damar hastalıklarının neden olduğu ölümler gün geçtikçe artmaktadır. Diyet lifince zengin bir beslenme alışkanlığı ile diyette yer alan enerji sağlayıcı madde yoğunluğu ve şeker oranı azaltılmakta dolayısıyla yağ ve şeker tüketimi daha az olmaktadır. Böylece, kalp-damar hastalıklarında önemli bir risk olduğu düşünülen kolesterol seviyesi düşürülmektedir (Köksel ve Özboy, 1993). Diyet liflerinin diğer besin maddelerinin sindirimine ve metabolizmasına önemli katkıları vardır. Örneğin, çözünür liflerin ince bağırsakta glukoz ve lipit absorbsiyonu üzerine etkileri söz konusuyken, çözünmeyen liflerin etkisi bağırsakların hareketi üzerine olmaktadır (Ralapati ve LaCourse, 2002). Diyet liflerin bağırsak florasını aktive ederek, direkt veya dolaylı olarak immün, endokrin ve nörolojik fonksiyonları etkilediği belirtilmektedir (Dror, 2003). Çözünmeyen liflerin ağırlıklarının 5 katı kadar yağı tutarak, pişirme sırasında üründen yağ kaybını engellediği belirtilmektedir. Bu durum, gıdanın lezzetinin korunması ve teknolojik özelliklerinin iyileştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Diyet lifinin yağ absorblama kapasitesinin

partikül iriliğine göre değiştiği, iri partiküllü liflerin daha fazla yağ absorbladığı belirlenmiştir.

Diyet lifi kaynağının da sucuk numunelerinin yapısını etkilediği bildirilmektedir. Nitekim elma ve şeker pancarı liflerinin, buğday lifine kıyasla daha sıkı bir yapı oluşturduğu belirtilmektedir (Burdurlu ve Karadeniz, 2003).

Moshfegh ve ark. (1999); buğday kepeğinin inülin ve oligofruktoz miktarlarını tespit etmişlerdir. Buna göre en az %1 ve en fazla %4 ortalama ise; %2.5 inülin bulunurken, yine en az %1 ve en fazla %4 ortalama ise %2.5 oligofruktoz tespit etmişlerdir.

Franck (2002); inülin ve oligofruktozun bazı gıdalardaki uygulamalarını çalışmış, %2-10 civarında eklenen inülinin et ve et ürünlerinde yapı-stabilite, lif ve yağ ikamesi fonksiyonelliği sağladığını bildirmiştir.

İnülin kullanımı ile; örneğin düşük yağlı et ürünlerinde kremamsı ve daha sulu bir ağız hissi sağlanırken, gıdanın içerisindeki suyun hareketliliği azalarak gıdanın stabilitesi artmıştır. İnulin çikolatada poliol veya fruktoz ile birlikte lif ve düşük kalorili hacim sağlayan bileşen olarak (örneğin, şeker ilavesi olmayarak) kullanılmaktadır (Franck, 2002).

β-glukan, β-glikoz polimerinin kimyasal ismidir. Yulaf ve arpa gibi tahıl tanelerinde bulunan çözünebilen liflerdir (Drozdowski ve ark., 2010). β-glukan vücuttaki fonksiyonelliğini β-glukan vizkozitesi ve glisemik cevap arasındaki ilişki açısından etkilemektedir. Yüksek β-glukan içeriğine sahip yulaf kepeği ve yulaf gamının tokluk şekerini ve tokluk insülinini Tip2 diyabetli hastalarda ve sağlıklı bireylerde düşürdüğü belirlenmişir. ß-glukan içeriği yüksek tahılların ince bağırsaktaki dışkı viskozitesini artırdığı ve böylece besin maddesi absorbsiyonunu geciktirdiği belirlenmiştir (Drozdowski ve ark., 2010). ß-glukanın olumlu etkilerinin kaynağı, midede ve bağırsakta bal kıvamında bir jel oluşturma özelliğidir. Diğer suda çözünmeyen liflerin aksine, doğru miktarda alınan yüksek kaliteli yulaf ß-glukanı, midede ve bağırsakta safra asidini bağlayan ve şeker emilimini geciktiren viskoz bir jel oluşturur (Kabir ve ark., 2002).

Cugnet-Anceau ve ark. (2010); normal diyette bulunan bir çorbanın ß-glukan (305 g/gün) ile zenginleştirilmesinin Tip2 diyabet üzerine etkilerini 2 ay boyunca incelemişler, β-glukanın kolestrol düşürücü etkisinden dolayı ince bağırsaklarda yüksek viskoziteye sebep olduğu ve böylece safra asitlerinin tekrar absorpsiyonunu azalttığı, kolestrolden safra asitlerinin üretimini arttırdığı ve LDL kolesterol konsantrasyonunu düşürdüğünü belirlemişlerdir.

Son zamanlarda et fermantasyonu sırasında Laktobasillerin proteolitik sistemleri, bu organizmaların teknolojik olarak önemli rol oynamaları nedeni ile birçok çalışmanın odak noktası haline gelmiştir (Montel ve ark., 1995; Sanz ve Toldra, 1997b; 1997a; Fadda ve ark., 1999b; 1999a). Özellikle *L. plantarum* CRL681 ve bakteriyosinojenik suş olan *L. casei* CRL705'nin sosis/sucuk üretiminde starter kültür olarak kullanımı uzun süredir çalışılmaktadır (Vignolo ve ark., 1989).

Yapılan bir diğer çalışmada model sucuklara inoküle edilen *L. acidophilus* grubu suşlarının ve ticari olarak genel starter kültürlerin, pH değişimi üzerine çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 2.2.'de görüldüğü şekildedir.

Çizelge 2.2. Ticari starter kültürler ile *L. acidophilus* bakterilerinin fermantasyon süreci boyunca model sucuklarda pH değişimi üzerine etkileri (Arihara ve ark., 1998)

	Sucuk fermantasyonu (başlangıç pH 5.9)	
	4 saat	**8 saat**
Türler/suşlar		
Acidophilus grubu		
L. acidophilus	5.6	5.2
L. crispatus	5.6	5.2
L. amylovorous	5.6	5.2
L. gallinarum	5.0	5.2
L. gasseri	5.1	4.3
L. johnsonii	5.3	4.4
Ticari starter kültürler		
Laktobasiller		
L. plantarum	5.3	4.7
L. casei	5.6	4.9
L. sake	5.5	5.2
Pediokokuslar		
P. cerevisiae	5.3	5.0

Son yıllarda yapay koruyuculardan ziyade, yüksek fenolik madde içeren bitkisel materyaller ile doğal ürünler üzerine bir yönelim olduğu bildirilmiştir (Karre ve ark., 2013).

Stauffer (1990); farklı kepek çeşitlerinin toplam, çözünür ve çözünmez diyet lif içeriklerini belirlemiş; buğday kepeğinin toplam diyet lif miktarının (%46), %42.4'ü çözünmez diyet lif iken, %3.6'sı çözünür diyet lif olarak, toplam diyet lif içeriği bakımından mısır kepeğinin (%88.0), %87'nin çözünmez, %1'inin ise çözünür lif olduğunu belirlemiştir. Yulaf kepeğinin ise %15.1'i çözünmez, %10.9'u ise çözünür diyet lifi olmak üzere toplam %26 diyet lifi içeriğine sahip olduğunu belirlemiştir. Yulaf kepeği haricinde diğer kepek çeşitlerinin toplam diyet lif içeriklerinin hemen hemen tamamının çözünmez formda olduğu, yulaf kepeğinin ise yaklaşık %70'lik bir bölümünün çözünür

formda bulunduğu açığa çıkarılmıştır. Diğer lif kaynaklarına ait toplam diyet lifi ve çözünür ve çözünmez diyet lif oranları Çizelge 2.3.'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.3. Farklı kepek çeşitlerinin lif içerikleri (Stauffer, 1990)

Lif kaynağı	Toplam Diyet Lif	Çözünmez Diyet Lif	Çözünür Diyet Lif
Buğday kepeği	46	42.4	3.6
Mısır kepeği	88	87	1
Yulaf kepeği	26	15.1	10.9
Pirinç kepeği	28.3	28.3	-
Arpa kepeği	70	70	-

Çeşitli tahıl kepeklerinin biyoaktif bileşenleri ve antioksidan potansiyelleri ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır.

Pembe, siyah ve kırmızı pirinç kepeğinin ɣ-tokoferolü, ɣ-orizanolü, flavonoidleri, peptidleri, fitik asiti, K, Ca, Mg ve Mn minerallerini bulundurduğu, bunların da lipid peroksidasyonunu ve TBA'yı engellediği, ROS oluşumunu inhibe ettiği bildirilmiştir. Buğday kepeğinin; antioksidan madde olarak, feruloil oligosakkaridleri, ferulik asidi, syringic asidi, *p*-hidroksibenzoik asidi, vanilik asidi ve kumarik asidi, xylooligosakkaritleri ve arabinoksilanları içermekte olup, böylece malondialdehid seviyelerini düşürdüğü ve oksidatif DNA zararlarını inhibe ettiği bildirilmiştir. Benzer şekilde yulaf kepeğinde avenanthramidler ve ß-glukanların bulunduğu, bunların da antioksidan aktivite gösteren enzimleri artırdığı belirlenmiştir (Kaneda ve ark., 2007; Jang ve Xu, 2009; Revilla ve ark., 2009; Zhang ve ark., 2010; Kim ve Han, 2011). Mısır kepeğinde ise ferulik asit, *p*-kumarik asit, poliamin konjugeleri, N, N'-dicoumaroyl-putresin, N-p-kumaril-N-feruloilputresin ve N,N'-diferiloil-putresin, hidroksisinamik asitler ve arabinoksilanların var olduğu belirlenmiş olup, DPPH'i, süperoksit oluşumunu ve hidroksil radikallerini temizlediği bildirilmiştir (Choi ve ark., 2007).

Wang ve ark. (2010); fareler üzerinde yaptıkları bir araştırmada buğday kepeğinin oksidatif stres üzerine etkileri belirlenmeye çalışmışlar ve kontrol grubuna göre antioksidan enzim aktivitesinin daha yüksek olduğunu belirlemişler, okside glutation ve malondialdehid seviyelerinin ise azaldığını bildirmişlerdir. Wang ve ark. (2008); normal insan periferal kan lenfositlerinde buğday kepeği katkılı beslenmenin oksidatif DNA zararı üzerine etkisini incelemişler ve sonuçta DNA zararının engellendiğini görmüşlerdir. Çalışmanın sonucunda buğday kepeğindeki suda çözünebilir feruloil oligosakkaridlerin oksidatif zararlara karşı etkili olduğu belirlenmiştir. Yu ve ark. (2005)'da buğday kepeği ekstraktlarının lipid peroksidasyonuna bağlı LDL oluşumu

üzerine, oksijen radikallerinin emilimi ve radikal süpürme özelliklerini incelemişler, LDL'deki lipid peroksidasyonunun önemli ölçüde azaldığı ve yine önemli derecede süpürme aktivitesi gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Jeltema ve ark. (1983), buğday, mısır ve yulaf kepeği ile fasulye ve soya kabuğunun kurabiye kalitesi üzerine etkisini belirledikleri çalışmalarında kullandıkları bu kepek çeşitlerinin lif içeriklerini tespit etmişlerdir. Buna göre buğday kepeğinde %0.61 pektin, %28.49 suda çözünmeyen hemisellüloz, %8.4 selüloz ve %5.35 lignin bulunmakta, mısır kepeğinde ise %0.56 pektin, %45.62 suda çözünmeyen hemisellüloz, %14.99 selüloz ve %2.02 lignin bulunmuştur. Yulaf kepeğinde ise %1.11 pektin, %8.2 suda çözünmeyen hemisellüloz, %2.92 selüloz ve %3.36 lignin bulunmuştur.

Buğday, mısır, yabani yulaf kepeği ve bezelye kabuğunun ekmek nitelikleri üzerine etkisinin belirlendiği bir çalışmada, kullanılan bu maddelerin kimyasal bileşimleri belirlenmiş ve buğday kepeğinde %54.2 toplam diyet lif, %52.6 nötral deterjan lif, %18.4 asit deterjan lif, %5.3 asit deterjan lignin, %34.3 hemiselüloz ve %13.1 selüloz içerdiği, mısır kepeğinin toplam diyet lif (%90.3), nötral deterjan lif (%87.6) ve hemisellüloz (%65.2) oranının diğer diyet lif kaynaklarına göre biraz daha fazla olduğu ve yulaf kepeğinin de %20 toplam diyet lif, %21.3 nötral deterjan lif, %5.4 asit deterjan lif, %3.1 asit deterjan lignin, %15.9 hemiselüloz ve %62.3 selüloz olduğunu saptamışlardır (Sosulski ve Wu, 1988).

Yağların raf ömürlerinin yulaf kepeği varlığında, önemli derecede arttığı bilinmektedir. Fakat yulaf kepeği ile yapılan ürünlerin Trolox eşdeğerliği antioksidan kapasiteleri daha düşük çıkmıştır. Avenanthramidler (yulaf kepeği polifenolleri) ferulik asit, gentisik asit, *p*-hidroksibenzoik asit, protokateşik asit, sirinjik asit, vanilik asit ve fitik asit gibi fenollerden daha yüksek antioksidan etki göstermişlerdir. Ren ve ark. (2010); yulaf kepeğinden ekstrakte ettikleri avenanthramidlerin farelerdeki oksidatif stres üzerine etkisini incelemişler, yulaf kepeği ekstraktı uygulamasının antioksidan enzim aktivitesini yükselterek oksidatif stresi önemli ölçüde azalttığını rapor etmişlerdir. Zhao ve ark. (2005) yalnızca %5 rafine mısır kepeği diyeti ile beslenen farelerin plazmaları, idrar ve dışkılarından yola çıkarak *p*-kumarik asit ve ferulik asit gibi fenolik antioksidanların biyoyararlanımlarını araştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre mısır kepeğinde bulunan fenolik antioksidanların farelerde biyoyararlığının olduğuna kanaat getirmişlerdir. Benzer şekilde yapılan bir çalışmada mısır kepeğindeki bir çok fenolik bileşenlerin önemli derecede DPPH, süperoksit ve hidroksil radikallerini süpürme etkisi gösterdiği belirlenmiştir. Mısır kepeğinden elde edilen 3 poliamin konjugelerinin doğal

antioksidan olarak potansiyel bir kaynak olduğu da bildirilmiştir (Zhao ve ark., 2005; Choi ve ark., 2007). Buğday kepeğinde bulunan lipofilik karakterli 5-n-alk(en)ylresorcinol bileşenlerinin; insanlardaki, HT-29 ve HCT-116 kolon kanser hücrelerinin gelişimine inhibitör etki gösterdiği, insan prostat PC3 hücrelerine karşı sitotoksik etki gösterdiği bildirilmiştir (Zhu ve ark., 2011; Liu ve ark., 2012).

Buğday kepeğinde bulunan yağın kolon kanserine karşı korumada etkili olduğu bilinmektedir. Pajari ve ark. (2000), kolon kanserinde tümör gelişimine karşı buğday kepeğinin etkili olduğunu belirlemiştir. Alabaster ve ark. (1997), buğday kepeği ve iki ticari formülasyonlarının batı tarzı yüksek yağ/düşük kalsiyum diyetleri ile beslenen insanlarda dahi tüketimine bağlı olarak kolon kanserine karşı koruyucu etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

2.4. *Lactobacillus acidophilus* NCFM

Lactobacillus acidophilus NCFM, geleneksel gıdalarda (süt, yoğurt ve bebek maması) ve diyet takviyelerinde kullanılan bir probiyotik suştur. Amerika Birleşik Devletleri'nde 1970'lerin ortalarından beri ticari olarak kullanılabilen, güvenli, ticari manipülasyona uygun ve insan probiyotik işlevselliği için önemli olduğu varsayılan biyokimyasal ve fizyolojik özelliklere sahip bir suştur. Suş, *in vitro* çalışmalarda, hayvan çalışmalarında ve insanlarda karakterize edilmiştir. NCFM, tam kromozom dizilemesi için kullanılan suşun progenitörü olup, bu nedenle genetik ve probiyotik fonksiyonellik arasındaki ilişkiyi anlamak için bir köşe taşı olma özelliğindedir. Hem fenotipik hem de genotipik teknikler bu suşun taksonomik sınıfının bir tip A1 *L. acidophilus* türü olduğunu doğrulamıştır. Bu bakteri, $CaCO_2$ ve mukus salgılayan HT-29 hücre kültürü sistemlerine yapışır, antimikrobiyal bileşikler üretir ve genetik manipülasyona ve yönlendirilmiş DNA girişine uygundur. NCFM, hem sağlıklı hem de hasta popülasyonlarda gastrointestinal sistem üzerinde sağ kalabilmektedir. NCFM, mutasyona uğramış sıçanlarda kolon kanseri riskini azaltabilecek aktiviteyi gösteren anormal kript oluşumunu inhibe eder. NCFM içeren probiyotik suşların bir karışımı, pediatrik diyare insidansını azaltmıştır. NCFM, ince bağırsakta çok fazla üreyerek, diyaliz hastalarının kanındaki toksik amin seviyelerinde önemli bir azalmaya yol açar. Yeterli günlük beslenme seviyelerinde NCFM, laktoz intoleransı olan deneklerde laktoz sindirimini kolaylaştırabilir (Sanders ve Klaenhammer, 2001). Altermann ve ark. (2005) *Lactobacillus acidophilus* NCFM'nin tam genom dizisini araştırmış, dokuz adet iki bileşenli düzenleyici sistem tahmin etmiş,

bunların bazılarının bakteriyosin üretimi ve asit toleransı ile ilişkili olduğunu vurgulamışlardır. Genom dizisi içindeki bu özelliklerin, gastrik canlı kalmasına katkıda bulunmaları ve bağırsak mukozası ve mikrobiyota ile etkileşimleri teşvik edebileceğini bildirmişlerdir.

2.5. *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079

L. acidophilus DSM 20079, orijinal ismi " *Lactobacillus acidophilus* (Moro 1900) Hansen and Mocquot 1970" olan ve ilk olarak Moro (1900) tarafından "*Bacillus acidophilus*" olarak isimlendirilen ve son olarak Hansen ve Mocquot (1970) tarafından doğru isimlendirilmiş şekliyle ticari olarak en fazla kullanılan laktik asit bakterileri arasında yer alır. DSM koleksiyon numarası 20079 olmakla birlikte ATCC koleksiyon numarası 4356 olarak kullanılmakta (Fujisawa ve ark., 1992) ve yaygın olarak ATCC koleksiyonu kültürleri literatürde kullanılmaktadır. Bunun haricinde DSMZ veri tabanına göre DSM 20079, ATCC 4356, NCDO 1748, NCIB 8690, WDCM 00098 kültür koleksiyon numaraları bulunmaktadır (Anonymous, 2018). Fermantasyon ve gelişme karakterleri *L. acidophilus* NCFM ile neredeyse aynı ve yine darbeli alan jel elektroforezi (PFGE) ile oldukça ilişkilidir (Sanders ve Klaenhammer, 2001). *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079, 6.6 kDa moleküler ağırlığa sahip, asidosin D20079 olarak adlandırılan çok az bakteriyosin üretir. Bu antimikrobiyal peptit aşırı derecede ısıya dayanıklı (121 ° C'de 30 dakika) ve geniş bir pH aralığında aktiflik gösterir. Proteolitik enzimlere (tripsin, fisin, pepsin, papain ve proteinaz K) karşı duyarlı olduğu da bildirilmiştir (Deraz ve ark., 2005). Mårtensson ve ark. (2002) yoğurt kültürünü kullanarak yulaf bazlı bir üründe bu bakteriyi kullanmış, üründe 30 günlük soğuk depolama sürecinde 10^6 kob/ml düzeyinde canlı kalma oranını bulmuşlardır. Bu süreç içerisinde β-glukan seviyesinde de önemli bir değişiklik görünmemiştir. Deraz ve ark. (2007) bu bakterinin etki mekanizması üzerine çalışmış ve bakterinin safraya ve mide pH şartlarına karşı oldukça toleranslı olduğunu bulmuşlardır.

2.6. *Lactobacillus casei* 431®

Lactobacillus paracasei subsp. paracasei 431 veya *L. casei* 431® bir probiyotik bakteri olup, çok iyi immünomodüler aktiviteye sahiptir (Haro ve ark., 2009; Marranzino ve ark., 2012). Bu bakteri türü Dünya Sağlık Örgütü ve Gıda ve Tarım Organizasyonu'nun probiyotikler için uzman panel rehberine göre gereklilikleri taşıdığı

bildirilmiştir (FAO/WHO., 2002). *L. casei* 431® Chr. Hansen adına ticari olarak kayıtlı bir marka olup, bu bakteri aynı zamanda CRL-431 olarak da isimlendirilmiştir.

L. casei 431® 'in; hücre yüzeyinden ortaya çıkan harici lektin benzeri yapılara sahip olduğu bildirilmiştir. Bu moleküllerin, bağırsak müsininde veya epitel hücrelerinin yüzeyinde bulunan hidrokarbonlara spesifik bir şekilde bağlanma özelliğine sahip olduğu, sadece bu moleküller mevcut olduğunda, farelerin bağışıklık sistemini uyarabildiği bildirilmiştir (de Ambrosini ve ark., 1997; De Ambrosini ve ark., 1998a; De Ambrosini ve ark., 1998b).

Endonezyalı 1-6 yaş grubunda bulunan çocuklarda yapılan bir araştırmada *L.casei* ile zenginleştirilmiş ve standart kalsiyum içeriğine sahip sütlerin, bakterisiz standart kalsiyumlu sütlere göre gelişimi artırdığı bildirilmiştir (Agustina ve ark., 2013). Jespersen ve ark. (2015), *L. casei* 431® ’nin sağlıklı yetişkin gönüllülerde influenza aşısı ve üst solunum yolu enfeksiyonlarına karşı bağışıklık sisteminin durumunu incelemiş, *L. casei* 431® 'in günlük tüketimi, influenza aşısına karşı immün yanıtın bileşenleri üzerinde gözle görülür bir etki oluşturmadığını, ancak üst solunum yolu semptomlarının süresini azalttığını bildirmiştir.

Genellikle korelasyon denildiğinde Pearson Çarpım Moment korelasyon katsayısı (r) düşünülmektedir. Pearson Çarpım Moment korelasyon katsayısının hesaplanabilmesi için aralarında ilişki bulunmak istenen iki değişkenin de sürekli (eşit aralık ya da oran ölçeği ile ölçülmüş) değişkenlerin arasındaki ilişkinin doğrusal olması gereklidir. Bu teknik, varyansların homojen ve dağılımların normal olduğu varsayımlarının yapılmasını gerekli kılar (Cohen ve Holliday, 1982; Howell, 1992). Bununla birlikte istatistikte, Pearson korelasyon katsayısı, ayrıca Pearson’ın r’si veya Pearson çarpım-moment korelasyon katsayısı (PPMCC) veya iki değişkenli korelasyon olarak da adlandırılan (Tutorials, 2014), X ve Y değişkenleri arasındaki doğrusal korelasyonun bir ölçüsüdür. +1 ile −1 aralığında bir değere sahip olup, burada 1 toplam pozitif doğrusal korelasyon, −1 toplam negatif lineer korelasyon olup 0 doğrusal korelasyon olmadığı anlamına gelir. Bütün bilim dallarında yaygınca kullanılmakta olup, Francis Galton’un 1880'lerde tanıttığı benzer bir fikirden yola çıkarak Karl Pearson tarafından geliştirilmiştir (Galton, 1885; 1886; Pearson, 1895; 1920; Stigler, 1989).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Üretimde kullanılan hammaddeler kalite parametrelerine uygun olarak temin edilmiş, sucuk üretiminde kullanılan et ve yağ, Konya'da anlaşmalı bir kesimhaneden elde edilmiştir. Muamelelerden birini oluşturan yulaf kepeği Konya'da yulaf kepeği üreten bir yerel işletmeden (Sağlık Tarım Ürünleri ve Gıda San.Tic.Ltd.Şti., Konya) temin edilmiş olup, yulaf (*Avena sativa spp. L.*) çeşidi ise Seydişehir çeşididir. Kepekler sucuk hamurlarına ilave edilmeden önce 135 ºC'de 20 dakika kuru hava sterilizatöründe stabilize edilmiş olup, enzimatik olarak oluşabilecek herhangi bir etki engellenmeye çalışılmıştır. Muamele gruplarına eklenecek kepekler yapılan ön denemeler ile belirlenmiş olup, %0 (Kontrol), %1.0, %2.5 ve %5.0 olarak ilave edilmiştir.

Sucuk hamuruna inoküle edilecek olan probiyotik bakteriler Selçuk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Mikrobiyoloji Laboratuvarı stoklarından temin edilmiştir.

Araştırmada kullanılan sucuk formülasyonu: 1 kg sığır eti için; 100 g sığır kabuk yağı, 18 g tuz, 20 g sarımsak, 10 g sakkaroz, 5 g karabiber, 12 g kırmızı biber, 20 g kimyon, 0.5 g yenibahar, 0.5 g kişniş, 0.5 g C vitamini, 0.5 g tarçın ve 11 mg sodyum nitrit şeklindedir.

Kullanılan sığır eti 3 yaşında erkek tosunun döş kısmından elde edilmiş olup, kabuk yağı Koner Et Entegre işletmesinden temin edilmiştir.

Sucuk hamuru 4 ayrı gruba ayrılmış, birinci grup için herhangi bir uygulama yapılmamış (kontrol grubu), diğer gruplar 3 farklı seviyede (%1.0, %2.5 ve %5.0) ilave edilen yulaf kepekli sucuklardan oluşmuştur. Bu dört farklı sucuk hamuru (kontrol ve 3 farklı oranda eklenen yulaf kepeği) her biri kendi içerisinde dört kısma ayrılmış ve ilk grup kontrol (probiyotik bakteri inokülasyonu olmayan), ikinci gruba *Lactobacillus acidophilus* DCM 20079*,* üçüncü gruba *Lactobacillus casei* 410® ve dördüncü gruba ise *Lactobacillus acidophilus* NCFM inokülasyonu (%0.15 – 8 log kob/g) olacak şekilde toplam 16 farklı grup sucuk hamuru hazırlanmıştır. Bu işlemler Selçuk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Enstrümantal Analiz Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Hazırlanan sucuk hamurlarına daha önce steril edilen kaplarda 4ºC'de 12 saat ön olgunlaştırma işlemi uygulanmış ve Koner Et Entegre işletmesinde dolum işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Dolum öncesinde, kullanılan tüm ekipmanlar ve ortam etil alkol ile dezenfekte edilmiştir. Kılıf olarak ortalama 45-50 kalibrelik sığır kalın bağırsağı kullanılmış olup,

dolum öncesinde %16'lık sirkeli saf suda 45 dk. bekletilmiştir. Bu işlemler her bir grup için tekrar tekrar yapılmıştır. Her dolumdan sonra dolum makinesine demonte şekilde etil alkol dezenfeksiyonu uygulanarak, olası kontaminasyonlar önlenmeye çalışılmıştır. Her bir sucuk hamuru yaklaşık 3 kg gelecek şekilde hazırlanmış olup, her tekerrür için 50 kg'lık sucuk hamurları hazırlanmıştır. Sucuklar "baton sucuk" formunda doldurulmuş olup, her baton sucuk yaklaşık 150 g ağırlığında ve çift boğum olacak şekilde hazırlanmıştır. Her bir gruptaki örnekler dolumdan sonra ayrı ayrı askılara alınmış, yaklaşık 45-60 dk bekletilmiştir. Hazırlanan sucuklar, etil alkol ile dezenfekte edilen soğuk iklimlendirme özellikli vasıta ile inkübasyon kabinine, her bir numune ayrı ayrı steril poşet içerisine konulan etiketlerle etiketlenerek nakledilmiştir.

Araştırmada kullanılan inkübasyon kabini Biosan Kimya Elektronik Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti. (Konya) tarafından imal edilmiştir. Daha önce yapılan ön denemeler ile belirlenen ve çalışmada kullanılan fermantasyon normları Çizelge 3.1'deki şekilde ayarlanmıştır.

Çizelge 3.1. Sucuk numunelerinin fermantasyonu süresince ortam koşulları ve depolama süreleri

Uygulama Süresi (saat)	Sıcaklık (°C)	Nispi Nem (%)	Hava akışı (m/s)
24	23.5	93	1.3
24	23.5	90	1.2
24	23	87	1.2
24	22.5	84	1.0
24	22	84	1.0
24	21.5	80	0.9
24	21	80	0.9
24	20	77	0.8
24	19.5	77	0.8
24	19	75	0.7
24	19	75	0.7
24	18	70	0.6
24	18	65	0.6
720	10	62.5	0.05

Çalışmada 13 günlük fermantasyon sürecinde pH ve nem takibi yapılarak 14. günden itibaren 30 günlük kontrollü şartlarda depolama işlemi başlamıştır. Depolamanın etkisini incelemek amacıyla fermantasyon kabininden alınan olgunlaşmış sucuklarda (0. gün), depolamanın 15. günü ve 30. günlerinde periyodik olarak analizler yapılmıştır. Analiz sonuçlarında 1. depolama periyodu 0. günü; 2. depolama periyodu 15. günü ve 3. depolama periyodu 30. günü ifade etmektedir.

Fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal analizler olarak; %nem, %protein, %yağ, %kül, pH, su aktivitesi (a_w), renk, thiobarbitürik asit (TBA) sayısı, % laktik asit, tekstür profil analizleri (TPA), %selüloz ve %toplam diyet lifi miktarları belirlenmiştir. Mikrobiyolojik analizler olarak ise toplam laktik asit bakteri (LAB) sayımı, toplam

koliform grubu bakteri sayımı, toplam maya-küf sayımı ve inoküle edilen bakterilere spesifik sayım (enumeration) yapılmıştır.

Analizler üç tekerrür olarak gerçekleştirilmiştir. Böylece rutin analizler için her bir parametre, faktöriyel deneme desenine göre 4(Yulaf Kepeği) × 4(Bakteri İnokülasyonu) × 3(Depolama) × 3(Tekerrür) = 144 örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.2. Farklı seviyelerde kepek ve probiyotik bakterilerin ilavesi ile hazırlanan sucuk formülasyonlarına ait deneme deseni

Muamele I (Kepek Seviyesi - %)	**Muamele II (Probiyotik Bakteri Çeşidi)**	**Muamele III (Depolama)**	**Tekerrür**		
			I	**II**	**III**
0 (Kontrol)	Kontrol	1 2 3	- - -	- - -	- - -
	Lactobacillus acidophilus DMS 20079	1 2 3	- - -	- - -	- - -
	Lactobacillus casei 431®	1 2 3	- - -	- - -	- - -
	Lactobacillus acidophilus NCFM	1 2 3	- - -	- - -	- - -
1.0	Kontrol	1 2 3	- - -	- - -	- - -
	Lactobacillus acidophilus DMS 20079	1 2 3	- - -	- -	- - -
	Lactobacillus casei 431®	1 2 3	- -	- - -	- - -
	Lactobacillus acidophilus NCFM	1 2 3	- - -	- - -	- - -
2.5	Kontrol	1 2 3	- -	- - -	- - -
	Lactobacillus acidophilus DMS 20079	1 2 3	- - -	- - -	- - -
	Lactobacillus casei 431®	1 2 3	- - -	- -	- -
	Lactobacillus acidophilus NCFM	1 2 3	- - -	- - -	- - -
5.0	Kontrol	1 2 3	- -	- - -	- - -
	Lactobacillus acidophilus DMS 20079	1 2 3	- - -	- - -	- - -
	Lactobacillus casei 431®	1 2 3	- - -	- - -	- - -
	Lactobacillus acidophilus NCFM	1 2 3	- - -	- - -	- - -

3.2. Metot

3.2.1. Nem tayini

Kurutma kapları 2 saat 105±3 °C'lik etüvde kurutulup, 1 saat desikatörde bekletildikten sonra hassas terazide tartılmıştır. İki paralelli olarak her gruptan 5 g örnek alınıp kurutma kaplarına konulmuş, daha sonra kurutma kapları 105±3 °C'lik etüv içerisine yerleştirilip 18-22 saat kurutulmuştur. Bu işlem sonucunda kurutma kapları etüvden alınıp desikatörde yarım saat bekletilmiş, kurutma kapları hassas terazide tartıldıktan sonra %nem miktarları aşağıda belirtilen formüle göre hesaplanmıştır (AOAC, 2000):

%nem = [(M1-M2) / m] x 100

M1= Alınan örnek ağırlığı (g)+sabit tartıma getirilen kurutma kabının ağırlığı (g)

M2= Kurutulmuş örnek (g)+ sabit tartıma getirilen kurutma kabının ağırlığı (g)

m= Numune ağırlığı (g)

3.2.2. Protein tayini

Protein tayini LECO azot/protein analiz cihazında (CN-2000, LECO Corporation, St. Joeph, MI) yapılmış ve çevirme faktörü olarak 6.25 kullanılmıştır (AOAC, 1990).

3.2.3. Yağ tayini

Örneklerden 5'er g alınarak ekstraksiyon kartuşuna yerleştirilmiş, yapılan dietileter sirkülasyonlarından sonra balona toplanan dietileter-yağ bir geri soğutucu altında birbirinden ayrılmıştır. Balon + yağ 125 ºC'deki bir etüvde 30 dk bekletilerek balonda kalan dietileter uçurulmuş, balon + yağ bir desikatöre alınarak soğutulduktan sonra tartılmış ve örnekteki yağ miktarı (%) hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

3.2.4. Toplam kül tayini

Örneklerden yaklaşık 2.0-2.5'ar g alınarak porselen krozelere tartılarak ve 525±2 ºC'deki kül fırınında sabit ağırlığa gelinceye kadar yakılarak toplam kül miktarı (%) belirlenmiştir (AOAC, 2000).

3.2.5. pH tayini

Homojen hale getirilmiş 10 g sucuk örneği bir beher içerisine konulmuş, üzerine 100 ml saf su ilave edilerek ve uygun bir karıştırıcı ile örnek 1 dk karıştırılarak homojenize edilmiştir. Standardize edilen pH metre ile pH tayini yapılmıştır (Gokalp ve ark., 1999).

3.2.6. Su aktivitesi (a_w) tayini

Denemelerden elde edilen her bir sucuk örneğinin ayrı ayrı a_w değerleri Troller (2012)'in önerdiği a_w tayin metoduna göre tespit edilmiştir.

3.2.7. Laktik asit tayini

Sucuklardaki laktik asit miktarı, (%) toplam laktik asit cinsinden belirlenmiştir (Keller ve ark., 1974). 10 g örnek, 100 ml saf su ile homojenizatörde 60 saniye karıştırılarak homojen hale getirilip, pH 8.3 oluncaya kadar 0.1 N NaOH ile titre edilmiş ve mililitre cinsinden harcanan NaOH miktarı hesaplanmıştır. Bulunan değer (%) laktik asit olarak ifade edilmiştir.

3.2.8. Thiobarbitürik asit (TBA) sayısı

10 g örnek 50 ºC'deki 50 ml saf su ile 2 dk homojenize edilmiştir. Homojenizat destilasyon balonuna aktarılarak, üzerine 47.5 ml saf su daha eklenmiştir. Ortam pH'sının 1.5 dolayında olması için 4N HCl'den 2.5 ml ilave edilmiş ve toplam hacim 100 ml'ye tamamlanmış ve sonra destilasyon düzeneğine bağlanmıştır. Yaklaşık 50 ml destilat toplanana kadar destilasyona devam edilmiştir. 5 ml destilat kapaklı tüplere alınıp üzerine 5 ml TBA reaktifi eklenmiştir. Kör deneme için de 5 ml TBA reaktifi kullanılan saf suya eklenmiştir. Tüpler iyice karıştırıldıktan sonra kaynar su banyosuna konulup 35 dk bekletilmiş, daha sonra 10 dk su içinde soğutulmuştur. Hafif pembe renge sahip çözeltiler spektrofotometre küvetlerine aktarılıp, şahite karşı 530 nm'de absorbans okunmuştur (AOAC, 2000).

3.2.9. Renk analizi

Sucuk örneklerinin renk ölçümleri; D65, 2° gözlem aydınlatıcılı chroma meter CR-400'ın (Konica Minolta, Inc., Osaka, Japan) Diffuse/O mode, aydınlatma ve ölçüm için 8 mm diyafram açıklığı kullanılarak belirlenmiştir. Cihaz, ölçümden önce beyaz referanslı fayans ile (L^*=97.10, a^*=-4.88, b^*=7.04) kalibre edilmiş, L^*, a^* (± kırmızı-yeşil) ve b^* (± sarı-mavi) renk değerleri CIELab renk skalasına göre belirlenmiştir (Hunt ve ark., 1991). Ölçümler doğrudan örneklerin 3 farklı noktasından okumalar yapılarak tamamlanmıştır.

3.2.10. Tekstür profil analizleri (TPA)

50 kg load cell (yük hücresi)'e sahip tekstür analizi cihazı (TA-HD Plus Texture Analyser, UK) kullanılarak yapılan analizlerde sucuk örneklerinde kompresyon (sıkıştırma) testleri gerçekleştirilmiş ve böylece örneklerin TPA (tekstür analiz) profilleri belirlenmiştir. Her bir farklı gruptaki sucuk örneklerinden aynı kalınlıkta dilimler kesilerek Tekstür analiz cihazında okumalar yapılıp, sonuçlar değerlendirilmiştir (Caner ve Aday, 2008). Tekstür profil analizleri (TPA), tekstür analiz cihazına ait yazılım programı kullanılarak oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Tekstür ölçümü için sucuk numuneleri 1.5 cm yüksekliğinde dilimlenerek ve her örnek için 3 paralel olarak analizler gerçekleştirilmiştir. Bu analiz kapsamında sucuklara oda sıcaklığında %50 kompresyon uygulanarak, analiz sonuçları sertlik (hardness, N), iç yapışkanlık (adhesiveness, Nxmm), elastikiyet (springiness, mm), dış yapışkanlık (cohesiveness), sakızımsılık (gumminess, N), çiğnenebilirlik (chewiness, Nxmm) ve geri kazanım (esneklik, resilience) olarak belirlenmiştir (Crehan ve ark., 2000; Bozkurt ve Bayram, 2006; Herrero ve ark., 2007).

3.2.11. Ham Selüloz Tayini

Kepeklerdeki ham selüloz miktarı tayini American Association of Community Colleges (AAAC, 2000) standartlarında 32-10 metodunda belirtildiği şekilde belirlenmiştir.

3.2.12. Toplam diyet lifi tayini

Kepek örneğinde toplam diyet lifi miktarı, American Association of Community Colleges (AAAC, 2000) standartlarında 32-05 metodunda belirtildiği şekilde belirlenmiştir.

3.2.13. Toplam laktik asit bakteri sayımı

Laktik asit bakteri (LAB) sayımı için MRS (Merck, 1.10660, Almanya) besiyeri kullanılmış ve 37ºC'da 48-72 saat süreyle inkübe edilmiştir (Komprda ve ark., 2004).

3.2.14. Toplam koliform grubu bakteri sayımı

Violet Red Bile Agar'a (VRB-Oxoid, İngiltere), uygun dilüsyonlardan dökme plak yöntemine göre ekim yapılmış ve plaklar 37 ºC'de 24 saat süreyle inkübe edildikten sonra; besi yerinde üreyen pembe-kırmızı 0.5-1.0 mm büyüklükte çöküntü oluşturan koloniler sayılmış ve değerlendirilmiştir (Anonim, 1998).

3.2.15. Toplam maya/küf sayımı

Maya sayımı için Potato Dekstroz Agar (PDA) (MERCK,1.10130, Almanya) besiyeri kullanılmış ve petri kutuları 28 ºC'de 72 saat inkübe edilmiştir. Herbir farklı sucuk grubunun mikrobiyolojik sayım sonuçları, log kob/g olarak verilmiştir (Coppola ve ark., 2000).

3.2.16. Laktik asit bakteri suşlarının sayımı

3.2.16.1. *L. acidophilus* NCFM

L. acidophilus NCFM suşlarının sayımı için MRS(Merck, 1.10660, Almanya) agara %0.15 öküz safrası (Ox Bile, Hi-media, Hindistan) eklenip (MRS-B), 37 ºC'de 72 saat süreyle inkübe edilmiştir (Vinderola ve Reinheimer, 2000; Fernandes ve ark., 2013).

3.2.16.2. *L. acidophilus* DSM 20079

L. acidophilus DSM 20079 suşlarının sayımı için MRS (Merck, 1.10660, Almanya) agara %0.15 öküz safrası (Ox Bile, Hi-media, Hindistan) eklenmiş (MRSB)

ve 37 ºC'de 72 saat süreyle inkübe edilmiştir (Vinderola ve Reinheimer, 2000; Fernandes ve ark., 2013).

3.2.16.3. *L. casei* 431®

L. casei 431® suşlarının sayımı için MRS (Merck, 1.10660, Almanya) agara %0.15 öküz safrası (Ox Bile, Hi-media, Hindistan) eklenip (MRSB), 37 ºC'de 72 saat süreyle inkübe edilmiştir (Sohrabvandi ve ark., 2012).

3.2.17. Duyusal analiz

Duyusal değerlendirme, iyi havalandırılmış, aydınlık, panelistleri rahatsız edebilecek koku ve görüntü içermeyen bir ortamda yapılmıştır. Duyusal değerlendirmedeki örneklerin ağızda bıraktığı hissi gidermek amacıyla, panelistlere örneklerle birlikte galeta ve su verilmiştir. Bu amaçla koku değerinin doğru nitelendirilmesi için, örnekler hava geçirmez kaplar içerisinde sunulmuştur.

Hedonik değerlendirme skalası yapılarak, sucuk örneklerinin çeşitli duyusal özelliklerini belirlemek amacıyla yarı eğitilmiş 10 panelist katılmış ve beğenilerine göre rakamsal değerler vermeleri istenmiştir. Ancak, Hedonik Skala düzenlenirken sucukların çeşitli özellikleri (renk, mozaik görünüm, kıvam, koku, lezzet ve genel beğeni) dikkate alınarak, panel üyelerinin beğenilerine karşılık verebilecekleri rakamsal değerler her karakter için belirtilmiştir (Gokalp ve ark., 1999). Her bir grup örnek, aynı anda ve aynı özelliklere sahip tabaklarda dilimlenerek panelistlere ayrı ayrı sunulmuştur.

3.2.18. İstatistiki analizler

Elde edilen veriler deneme desenine uygun olarak hazırlanan Çizelgeler halinde MINITAB release 18.0 programı kullanılarak Varyans Analizine tabi tutulmuş, grup ortalamaları arasındaki farkların önemli olup olmadığını kontrol etmek için Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılmıştır. Yine grafikler için Microsoft Office Excel versiyon 2016 yazılımı kullanılmıştır.

3.2.19. Sonuçların değerlendirilmesi

Araştırma sonucunda elde edilen veriler istatistiki analize tabi tutularak, farklılıklar tespit edilmiş, veriler; tesadüf parselleri deneme tertibinde faktöriyel deneme desenine göre analiz edilmiştir (Snedecor ve Cochran, 1980).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Hammadde Analiz Sonuçları

Araştırmada kullanılan ve yerel bir işletmeden temin edilen yulaf kepeğine ait pH, TBA, toplam lif (%), ham selüloz (%), protein (%), yağ (%), kül ve nem (%) içerikleri ile anlaşmalı kesimhaneden elde edilen kıyma numunelerine ait pH, TBA, protein (%), yağ (%), kül ve nem(%) miktarları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Araştırmada kullanılan et ve yulaf kepeğinin kimyasal kompozisyonu

	Toplam Lif (%)	Ham Selüloz (%)	pH	TBA (mg MDA/kg)	Protein (%)	Yağ (%)	Kül (%)	Nem (%)
YK	24.26±0.46	11.03±1.128	5.79±0.03	0.60±0.02	15.15±0.49	9.25±1.48	2.4±0.283	10.15±0.10
Et	-	-	5.70±0.01	0.46±0.03	17.68±2.06	16.52±1.37	0.68±0.276	62.95±3.23

YK: Yulaf Kepeği

Yulaf kepeği, özellikle alevron, altalevron ve perikarp olmak üzere tahılın dış katmanlarından oluşur. Yulaf kepeği buğday kepeğinden daha çok nişastalı endosperm ve çözünür diyet lifi bileşenlerini içerirken, daha az selüloz içerir (Fulcher ve Miller, 1993). Amerikan Tahıl Kimyagerleri Birliği'nin (AACC) tanımında, yulaf kepeği fraksiyonu, kabuktan ayrılmış yulaf tanesinin % 50'sinden fazla olmaması gerektiği ve toplam β-glukan içeriği en az % 5.5 (kuru ağırlık bazında), toplam diyet lifinin de en az %16.0 (kuru ağırlık bazında) olması gerektiğini belirtmiştir. İlaveten, toplam diyet lifinin en az üçte biri çözünür olması gerektiği de rapor edilmiştir (AACC, 1989).

Sharma ve ark. (2014) işlenmiş tahıl kepeklerinin depolama stabilitesi ve kalite değerlendirmesi üzerine yaptıkları çalışmada yulaf kepeğinde %15 protein, %1.45 kül, %10.6 yağ, %14 diyet lifi ve %3.31 ham lif bulmuşlardır. Hahn ve ark. (1990) yulaf unu ve yulaf kepeğinin besin bileşenlerini inceledikleri çalışmada da %9.7 nem, %15.03 protein, %6.21 yağ (eter ekstraktı ile), %2.33 kül, %19.9 nötral deterjan lifi bulmuşlardır. Zhang ve ark. (2011); ekstrüzyon işlemi ile yulaf kepeği içinde çözünebilir diyet lifinin işlevselliği üzerine yaptığı çalışmada çözünebilir diyet liflerini %9.5 ila %14.2 aralığında bulmuş, McCleary ve ark. (2012) çözünebilir, çözünemez ve toplam diyet lifleri üzerine yaptığı araştırmada da yulaf kepeğinde %23.71 toplam diyet lifi bulmuştur.

Marlett (1993) tarafından yapılan bir derlemede, yulaf kepeği bileşiminin yayınlanmış makalelerdeki aralıklarını % 6.6-7.4 β-glukan, % 12-26 protein, % 47-53 nişasta, % 2–11 yağ ve% 2-9 kül olarak belirlemiştir.

Çalışmada elde ettiğimiz %toplam diyet lifi sonuçlarının AACC (1989)'un minimum değerlerinden oldukça yüksek oranda olduğu gözlenmiştir. Araştırmada elde

ettiğimiz %toplam lif miktarı, diğer çalışmalara benzer ve kısmen yüksek çıkmış, %protein, %nem ve % kül miktarları ise oldukça benzer sonuçlar elde edilmiştir. Yalnızca, %yağ miktarı, Marlett (1993)'in yulaf kepekleri üzerine yapmış olduğu derlemede belirtilen çalışmaların üst sınırlarında bulunmuştur. Bu farklılıkların oldukça fazla farklı çeşide sahip yulaf için normal karşılanabilecek düzeyde olduğu düşünülmektedir. Magness ve ark. (1971); *Gramineae* ailesinin *Avena* cinsine ait onüç tür ve her türde yüzlerce çeşitin olduğunu tanımlamış, Sobayoğlu (2017) ise; Karaman'da yazlık ekilen yulaf çeşitlerinde ülkemizde Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğünce tecil edilmiş 11 adet yulaf çeşidinin bulunduğunu ifade etmiştir.

Bir diğer ham materyal olan et (kıyma) ile ilgili çalışmalar değerlendirildiğinde;

İçöz (2017), kontrol grubu köfte örneklerinde %54.57 nem, %15.8 yağ, 2.8 kül bulmuştur. Dündar (2011), köftelerde yağ miktarını %15.8 olarak bulurken, protein miktarını %32.13, pH değerini 5.3, TBA sayısını 0.13 mg malondialdehit/kg olarak belirlemiştir. Gün (2014), kıyma numunelerine çeşitli sütçülük artıkları eklediği köftelerde pH değerini 5.85 olarak tespit etmiş, %66.19 nem, %18.70 protein, %12.67 yağ, %1.16 kül miktarı bulmuştur. Ertaş (1979), kıymada yağ miktarını %21.42, protein miktarını %18.39 olarak bulmuştur. Candoğan (2009), kıymanın kimyasal bileşiminin % 59.90'ını nem, % 16.84'ünü protein, % 23.91'ini yağ ve % 1.15'ini kül şeklinde belirlemiştir. Ateş (2014), köftelerin bazı kalite özellikleri üzerine öğütülmüş çörek otunun etkisini belirlediği örneklerin ortalama su, protein ve yağ miktarlarının sırası ile % 61.58–63.29, %19.37–20.71 ve %7.79–8.28 arasında olduğunu bildirmiştir. Kozan ve Sarıçoban (2016), kıyma örneklerinin ortalama protein, yağ, nem ve kül miktarlarını sırasıyla %15±2.00, % 30.10±1.90, % 52.98±4.90 ve % 0.72±0.06 olarak belirlemişlerdir. Doosti Fard (2014), köftelerin kül içeriklerinin %2.29 – 3.94 arasında değiştiğini belirlemiştir. Işıkçı (2014), depolama başlangıcında köftelerde nem, protein, yağ ve kül miktarlarının sırasıyla, %62.09-62.60, %15.45-16.12, %12.44-13.95 ve %2.39-2.87 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Çalışmada sucuk temel hammaddesi olarak kullanılan ette (kıymada) yapılan analizlerde; pH, TBA, protein, yağ, kül ve nem miktarları yapılan diğer çalışmalarda kullanılan et (kıyma) örneklerine benzer çıkmıştır.

4.2. Nem Sonuçları (%)

Farklı seviyelerde yulaf kepeği eklenen ve çeşitli probiyotik bakteriler ile inoküle edilen sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca nem değişikliğine ilişkin verilerin Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde nem (%) değişim verilerine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Depolama (A)	2	5923,61	2961,81	3379,11**
Kepek Seviyesi (B)	3	416,77	138,92	158,50**
Probiyotik Suş (C)	3	80,76	26,92	30,71**
AxB	6	147,65	24,61	28,08**
AxC	6	264,02	44,00	50,20**
BxC	9	345,08	38,34	43,74**
AxBxC	18	468,48	26,03	29,69**
Hata	96	84,14	0,88	
Toplam	143	7730,53		

* $p<0.05$ seviyesinde önemli, **$p<0.01$ seviyesinde önemli

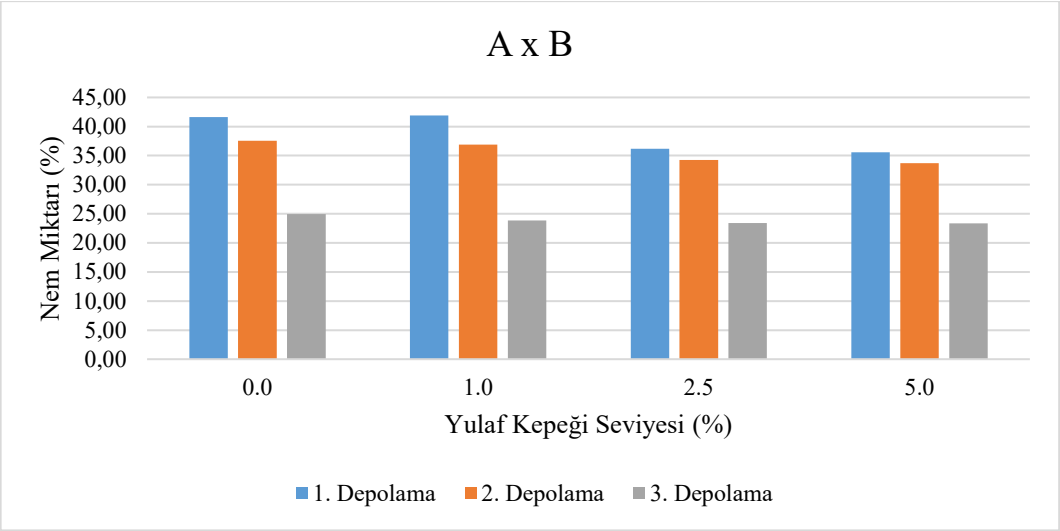
Yapılan Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde, depolama, sucuğa katılan yulaf kepeği miktarı ve inoküle edilen bakteriler ile bunların interaksiyonları istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Depolama süreci boyunca %nem miktarı düşmüştür. Aynı şekilde yulaf kepeği eklenmesi ile de %nem miktarında düşüş gözlenmiş, fakat %1 seviyesinde eklenen yulaf kepekli sucukta kontrole göre istatistiksel olarak nem değeri düşüşü çok önemli ($p<0.01$) bulunmamıştır. %2.5 ve %5 seviyelerinde eklenen yulaf kepeği kontrole göre nem değerini düşürmüş ($p<0.01$), fakat bu seviyelerde ekleme ile gözlenen nem değerindeki düşüş kendi aralarında istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmamıştır. Bir diğer faktör olan bakteri inokülasyonunda ise en yüksek nem düzeyi kontrol örnekleri ile *L. acidophilus* NCFM inoküle edilmiş sucuk örneklerinde bulunmuş olup, bunlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli düzeyde değildir. *L. casei* 431® inoküle edilmiş sucuk örneklerindeki nem düzeyi, kontrol ve *L. acidophilus* NCFM inoküle edilmiş örneklere göre düşük çıkarken, en düşük nem değerleri ise *L. acidophilus* DSM 20079 inoküle edilmiş örneklerde gözlenmiştir.

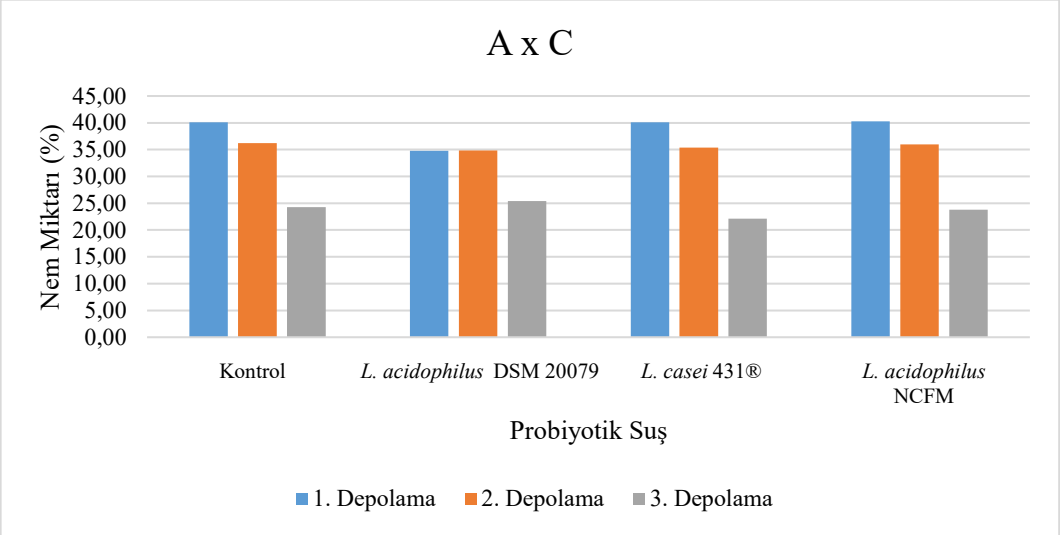
Çizelge 4.3. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilerek depolanmış sucukların % nem değişimine ilişkin Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçları

Depolama (Gün) – (A)	**n**	**Nem (%)**
1. Depolama	48	38.81±5.13[a]
2. Depolama	48	35.59±2.63[b]
3. Depolama	48	23.89±2.28[c]
Kepek Seviyesi (%) – (B)		
%0 (Kontrol)	36	34.70±7.50[a]
%1 Yulaf Kepeği	36	34.20±7.90[a]
%2.5 Yulaf Kepeği	36	31.29±6.94[b]
%5 Yulaf Kepeği	36	30.87±6.50[b]
Probiyotik Suş – (C)		
Kontrol	36	33.53±7.07[a]
L. acidophilus DSM 20079	36	31.64±7.07[c]
L. acidophilus NCFM	36	33.35±7.51[a]
L. casei 431®	36	32.53±7.89[b]
AxB		
1. Depolama x %0 (Kontrol)	12	41.61±0.76[a]
1. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	41.87±2.17[a]
1. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	37.55±2.17[b]
1. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	36.88±1.08[bc]
2. Depolama x %0 (Kontrol)	12	36.18±6.32[cd]
2. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	35.59±5.45[d]
2. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	34.27±1.91[e]
2. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	33.68±2.85[e]
3. Depolama x %0 (Kontrol)	12	24.94±2.94[f]
3. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	23.85±1.83[fg]
3. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	23.43±2.53[g]
3. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	23.33±1.45[g]
AxC		
1. Depolama x *Kontrol*	12	40.10±1.68[a]
1. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	36.24±1.56[b]
1. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	40.30±1.88[a]
1. Depolama x *L. casei* 431®	12	40.11±2.14[a]
2. Depolama x *Kontrol*	12	35.96±3.04[bc]
2. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	34.75±8.80[c]
2. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	35.36±1.23[bc]
2. Depolama x *L. casei* 431®	12	34.81±3.87[c]
3. Depolama x *Kontrol*	12	24.27±2.27[de]
3. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	25.37±1.36[d]
3. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	23.79±2.60[e]
3. Depolama x *L. casei* 431®	12	22.12±1.57[f]
BxC		
%0 (Kontrol) x *Kontrol*	9	34.85±6.95[b]
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* DSM 20079	9	35.21±7.11[ab]
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* NCFM	9	36.75±7.08[a]
%0 (Kontrol) x *L. casei* 431®	9	31.98±9.14[cd]
%1 Yulaf Kepeği x *Kontrol*	9	34.58±6.60[b]
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	35.51±9.21[ab]
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	32.36±8.03[cd]
%1 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	34.35±8.58[b]
%2.5 Yulaf Kepeği x *Kontrol*	9	32.69±8.65[c]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	28.86±3.82[e]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	32.57±7.27[cd]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	31.04±7.59[d]
%5 Yulaf Kepeği x *Kontrol*	9	32.01±6.74[cd]
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	26.99±2.05[f]
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	31.71±7.83[cd]
%5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	32.75±7.16[c]

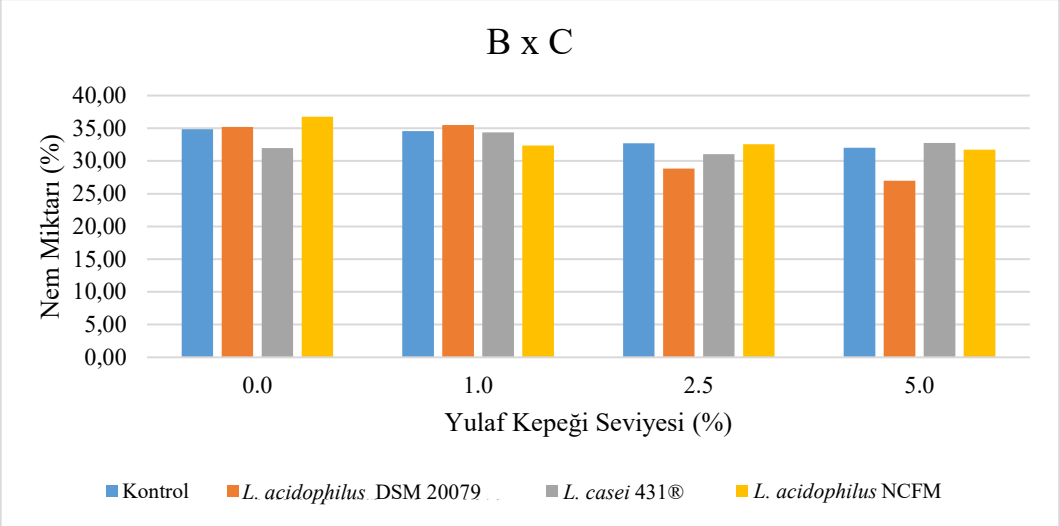
*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.



Şekil 4.1. Sucuk örneklerinin % nem miktarı üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu.



Şekil 4.2. Sucuk örneklerinin % nem miktarı üzerine depolama (gün) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu.



Şekil 4.3. Sucuk örneklerinin % nem miktarı üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu.

Şekil 4.1'de sucuk örneklerinin % nem miktarı üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu gösterilmiş olup, grafikte görüldüğü üzere depolama süreci boyunca nem miktarı azalmış, yulaf kepeği ilavesi ile birlikte yine nem miktarında düşüş gözlenmiştir. Şekil 4.2'de sucuk örneklerinin % nem miktarı üzerine depolama (gün) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu gösterilmiştir. Grafikte görüldüğü üzere depolama süreci boyunca tüm inoküle edilen bakteri suşlarının % nem miktarında azalma görülmüştür. Şekil 4.3'te ise sucuk örneklerinin %nem miktarı üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu verilmiştir. En düşük %nem miktarı *L. acidophilus* DSM 20079 inoküle edilmiş numunelerde görünürken, *L. acidophilus* NCFM inoküle edilmiş sucuk numunelerinin %nem miktarı ise en yüksek çıkmıştır.

Sucuğun olgunlaşma süreci temelde fermantasyon ve kurutma olmak üzere iki temel kısımdan oluşmaktadır. Sucuk numunelerindeki %nem düşüşü temelde kurutma evresindeki ağırlık kaybından kaynaklanmaktadır (Bozkurt ve Bayram, 2006). Ekici ve ark. (2015) siyah havuç konsantresi eklediği sucuk numunelerinde %nem düzeylerini 35.8–38.1 g/100 g aralığında bulmuştur. Soyer ve ark. (2005) sucuk kalitesi üzerine sucuğun işleme şartlarının etkisini araştırdıkları çalışmada %nem değerlerini 40.28 - 38.25 g/100 g aralığında bulmuştur. Duman (2013), farklı ticari starter kültür kullanarak üretmiş olduğu sucuklarda %nem düzeylerini %37-39 arasında bulmuştur. Uz (2008), yapmış olduğu çalışmada %0-%9 aralığında farklı oranlarda buğday kepeği kattığı sucuklarda nem düzeylerini en çok kontrol örneklerinde (%42,60) bulurken, en düşük nem içeriğini ise %9 oranında buğday kepeği eklenen sucuk örneklerinde (%39,07) belirlemiştir.

Naes ve ark. (1994), fermente sucukta fermantasyon sonrası ağırlık kaybını incelemiş, 12-15 gün aralığına kadar sürekli ağırlık kaybı gözlemiş, bundan sonraki süreçte bazı numunelerde ağırlık kaybı oluşmamış ve hatta sucukta artış gözlemiş, diğerlerinde ise ağırık kaybının bu süreçten sonra çok daha yavaşladığını belirlemişlerdir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar diğer çalışmalara benzerlik göstermiştir. Fakat ilave edilen kepek miktarına bağlı doğrusal bir nem azalışı tespit edilmemiştir. Bu durumun bakterilerin çalışmalarına bağlı olarak nem değerinde kısmi değişmelere yol açmış, aynı zamanda sucuğa ilave edilen kepeğin sucuk içerisindeki nemi kendine bağlayarak nem kaybını önlemesi de nem değerinde doğrusal olmayan azalışın sebepleri arasında olabilir. Nitekim farklı araştırıcılarda da sucuk bünyesine farklı lif ya da tahıl fraksiyonları kattıklarında da benzer bir durum oluşmuştur (Garcia ve ark., 2002; Cengiz

ve Gokoglu, 2005; Uz, 2008). Kepek dışında diğer faktör olan probiyotik bakteriler nem miktarına etki etmemiş veya azaltmış olduğu gözlenmiş, benzer şekilde Duman (2013), yaptığı çalışmada probiyotik starterlerinin bir grubunda nemin azaldığını, diğer grubta ise nemde artışın meydana geldiğini tespit etmiştir.

Ayrıca 13 günlük fermantasyondan sonra sucuk numunelerinin tamamının nem değerleri ortalaması 38,81±5,13 olarak tespit edilmiştir. Bu değer, sucuk numunelerinin Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2012/74)'nde (ResmiGazete, 2018) tanımda "Fermente sucuk: Büyükbaş ve küçükbaş hayvan etlerinin ve yağlarının kıyılarak lezzet vericiler ile karıştırıldıktan sonra doğal veya yapay kılıflara doldurularak belirli koşullarda fermantasyon ve kurutma işlemleri uygulanarak nem oranı %40 ve altına düşürülmüş, kesit yüzeyi mozaik görünümünde olan ısıl işlem uygulanmamış fermente et ürünü" ifadesinde de belirttiği kritik %40 nem değerinin altında olduğu tespit edilmiştir. Yine aynı mevzuatta fermente sucukta asgari istenen şartlar içerisinde "Nem miktarının toplam et proteini miktarına oranı 2.5'in altında" olması istenmiş, çalışmamızda bu oran yaklaşık 1.52 çıkmış olup asgari şartlara göre uygun sucuk hazırlandığı belirlenmiştir.

4.3. Protein Sonuçları (%)

Farklı seviyelerde yulaf kepeği eklenen ve çeşitli probiyotik bakteriler ile inoküle edilen sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca protein değeri üzerine değişikliğine ilişkin yapılan Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde protein (%) değişimine ilişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Depolama (A)	2	2500,66	1250,33	962,34**
Kepek Seviyesi (B)	3	398,83	132,94	102,32**
Probiyotik Suş (C)	3	19,20	6,40	4,93**
AxB	6	147,05	24,51	18,86**
AxC	6	89,60	14,93	11,49**
BxC	9	253,65	28,18	21,69**
AxBxC	18	174,06	9,67	7,44**
Hata	96	124,73	1,30	
Toplam	143	3707,77		

** p<0.05 seviyesinde önemli, **p<0.01 seviyesinde önemli,*

Çizelge 4.5. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilerek depolanmış sucukların protein (%) değişimine ilişkin Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçları

Depolama (Gün) – (A)	**n**	**Protein (%)**
1. Depolama	48	25.09±2.70^{c}
2. Depolama	48	28.28±2.26^{b}
3. Depolama	48	35.08±3.65^{a}
Kepek Seviyesi (%) – (B)		
%0 (Kontrol)	36	31.25±5.13^{a}
%1 Yulaf Kepeği	36	30.76±5.87^{a}
%2.5 Yulaf Kepeği	36	28.88±4.38^{b}
%5 Yulaf Kepeği	36	27.04±3.81^{c}
Probiyotik Suş – (C)		
Kontrol	36	29.33±4.97^{ab}
L. acidophilus DSM 20079	36	29.99±4.27^{a}
L. acidophilus NCFM	36	29.00±5.18^{b}
L. casei 431®	36	29.61±5.97^{ab}
AxB		
1. Depolama x %0 (Kontrol)	12	25.97±1.72^{f}
1. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	24.95±2.31^{fg}
1. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	25.74±3.52^{f}
1. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	23.71±2.64^{g}
2. Depolama x %0 (Kontrol)	12	30.14±0.99^{cd}
2. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	29.28±1.70^{d}
2. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	27.57±1.61^{e}
2. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	26.13±2.20^{ef}
3. Depolama x %0 (Kontrol)	12	37.65±1.87^{a}
3. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	38.04±2.04^{a}
3. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	33.35±3.42^{b}
3. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	31.28±1.37^{c}
AxC		
1. Depolama x Kontrol	12	24.89±2.15^{e}
1. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	26.86±3.15^{d}
1. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	24.94±3.01^{e}
1. Depolama x *L. casei* 431®	12	23.66±1.31^{e}
2. Depolama x Kontrol	12	28.16±3.09^{cd}
2. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	28.62±1.19^{c}
2. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	27.77±2.51^{cd}
2. Depolama x *L. casei* 431®	12	28.57±1.98^{c}
3. Depolama x Kontrol	12	34.93±2.65^{b}
3. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	34.49±3.44^{b}
3. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	34.28±4.46^{b}
3. Depolama x *L. casei* 431®	12	36.61±3.82^{a}
BxC		
%0 (Kontrol) x Kontrol	9	31.30±5.22^{abc}
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* DSM 20079	9	30.84±4.98^{abcd}
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* NCFM	9	31.68±3.77^{ab}
%0 (Kontrol) x *L. casei* 431®	9	31.19±6.97^{abcd}
%1 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	31.82±4.35^{ab}
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	29.52±6.80^{cde}
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	32.35±5.80^{a}
%1 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	29.33±6.60^{de}
%2.5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	28.37±3.89^{ef}
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	30.23±1.65^{bcde}
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	26.00±3.43^{g}
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	30.94±6.17^{abcd}
%5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	25.82±4.51^{g}
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	29.38±2.10^{de}
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	25.97±4.07^{g}
%5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	27.00±3.65^{fg}

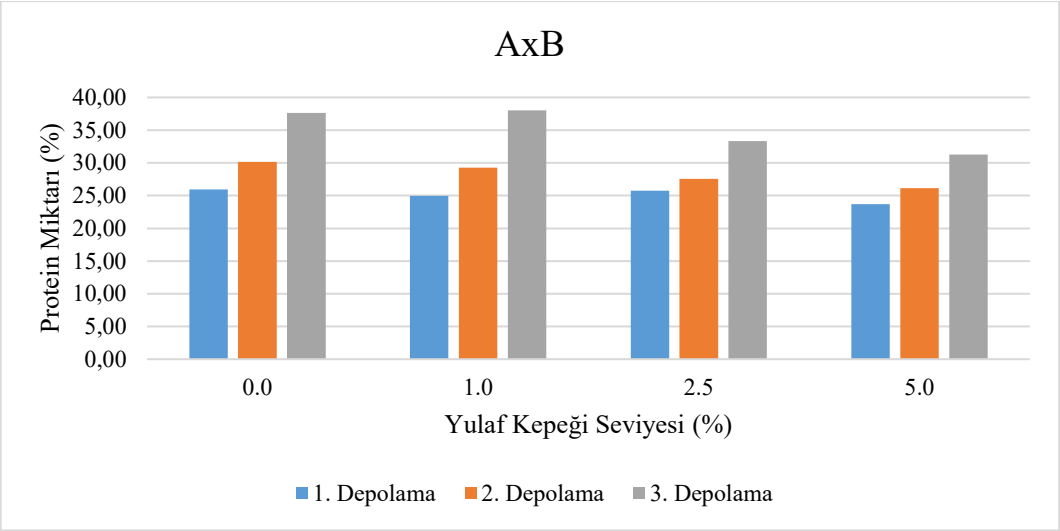
*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.

Yapılan Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde %protein üzerine depolama, sucuğa katılan yulaf kepeği miktarı ve inoküle edilen bakteriler ile bunların interaksiyonları istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.5.'de verilmiştir.

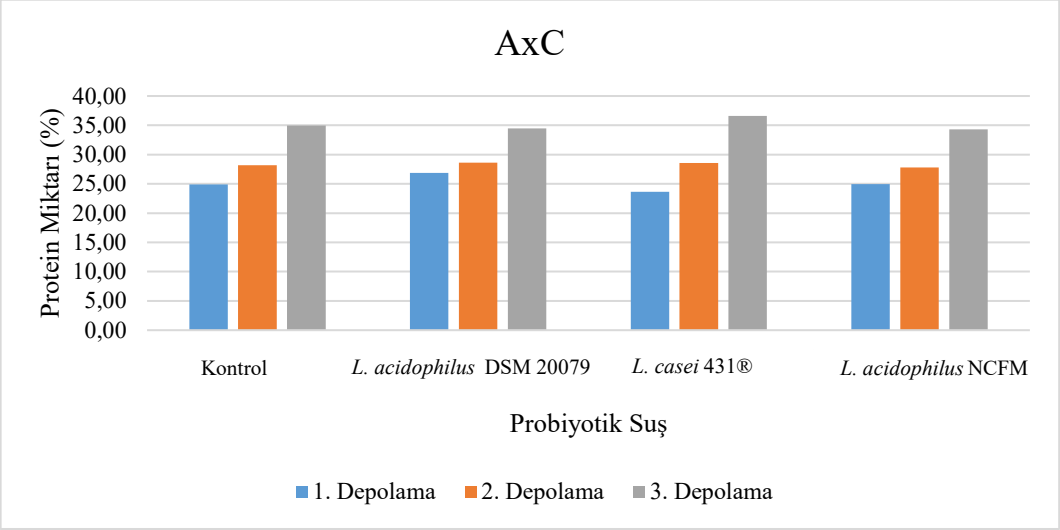
Yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçlarına göre depolama süreci boyunca %protein değeri sürekli bir artış göstermiştir. Yulaf kepeği ilavesi ile %protein miktarında bir azalış gözlenmiş olup %1 seviyesinde yulaf kepeği ilavesi ile protein değeri azalsa da bu azalış istatistiksi olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmamıştır. Sucuk numunelerine %5 oranında eklenen yulaf kepeği diğerlerine göre protein oranını en fazla düşürmüştür. Bir diğer faktör olan bakteri inokülasyonunda ise en yüksek protein değeri *L. acidophilus* DSM 20079 inoküle edilmiş bakterilerde gözlemlenirken, bunu sırası ile *L. casei* 431®, Kontrol ve *L. acidophilus* NCFM inoküle edilmiş örnekler takip etmiştir.

Şekil 4.4'de sucuk örneklerinin protein (%) miktarı üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu gösterilmiş olup, grafikte görüldüğü üzere depolama süreci boyunca protein miktarı artmış, yulaf kepeği ilavesi ile birlikte protein miktarında düşüş gözlenmiştir. Şekil 4.5'de sucuk örneklerinin protein (%) miktarı üzerine depolama (gün) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu gösterilmiştir. Grafikte görüldüğü üzere depolama süreci boyunca probiyotik bakteri inoküle edilmiş tüm örneklerin protein (%) miktarında artış gözlenmiştir. Şekil 4.6'da ise sucuk örneklerinin protein (%) miktarı üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu verilmiştir. En düşük %protein miktarı bütün probiyotik suşlar için %5 seviyesinde yulaf kepek ilaveli gruplarda görülmüştür.

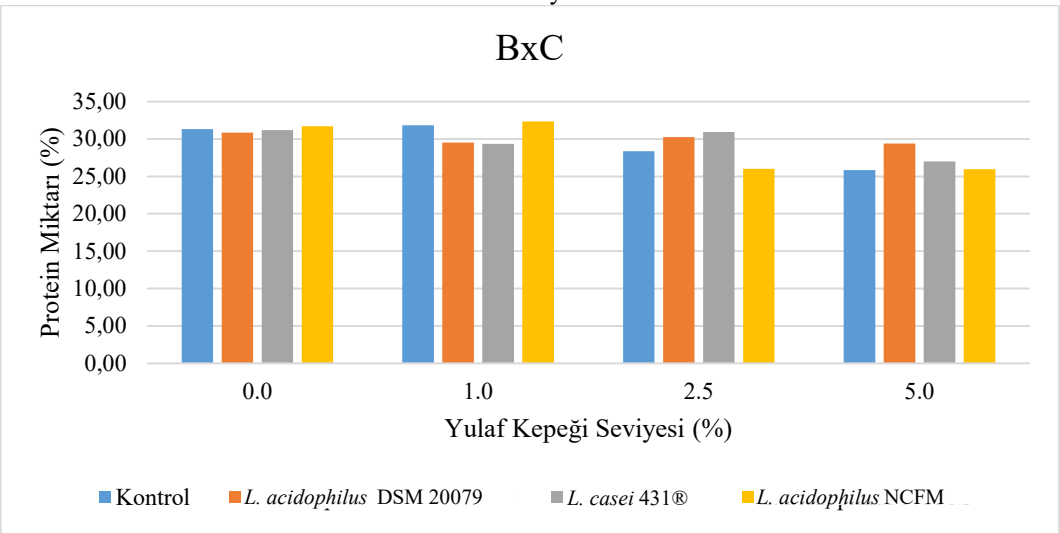
Çalışmada elde edilen sonuçlarda, genel olarak yulaf kepeği ilavesinin protein oranını düşürdüğü görülmüştür. Bu durum ilk olarak nem değerlerinde olduğu gibi, kepeğin nemi tutması ile birlikte numunelerdeki kurumaddenin daha düşük olmasından ve eklenen kepeklerin protein oranının sucuğun hammaddesi olan ete göre düşük olmasından dolayı kaynaklanmış olabilir.



Şekil 4.4. Sucuk örneklerinin protein (%) miktarı üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu



Şekil 4.5. Sucuk örneklerinin protein (%) miktarı üzerine depolama (gün) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu



Şekil 4.6. Sucuk örneklerinin protein (%) miktarı üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu

İnoküle edilen bakteriler de sucuktaki protein oranına artış veya azalış yönlü farklı etkiler yapmıştır. Bu durum sucuğa eklenen probiyotik bakterilerin bir grubunun protein miktarında artışa sebep olduğu, başka bir grup bakteride ise herhangi bir etkinin olmadığını rapor eden Duman (2013)'ın çalışmasının sonucuyla örtüşmektedir. Pinho ve ark. (2011) da düşük yağlı hamburgerlere farklı oranlarda diyet lifi kaynağı eklemiş ve kontrole göre protein oranı azalmıştır. Steenblock ve ark. (2001) ise yapmış olduğu bir çalışmada %1 ila %3 oranlarında yulaf liflerinin hafif bologna tipi sucuklar ile yağsız Frankfurter tipi sucukların kalite özellikleri üzerine etkilerini araştırmış olup çalışmada ağartılmış yulaf lifleri ile yüksek absorbsiyonlu yulaf liflerini kullanmışlardır. Çalışmada her iki tip sucuk için 2 tür yulaf lifinde de en yüksek protein oranı kontrolde çıkarken, yulaf lifi katılan sucuklarda protein miktarı azalmıştır. Huang ve ark. (2005) emülsifiye edilmiş köfteye %1, %5, %10 ve %15 oranlarında pirinç kepeği eklemiş ve en yüksek protein oranını kontrol örneklerinde görürken, eklenen pirinç kepeği oranına paralel olarak protein miktarı azalmıştır. Pinero ve ark. (2008), sığır köftelerine eklediği yulaf liflerinin protein oranını etkilemediğini belirtmiştir. Hughes ve ark. (1997) Frankfurter tipi sucuklarda yağ seviyesi, karragenan ve yulaf lifinin etkisini çalıştığı bir çalışmada, eklenen yulaf lifinin protein değerini düşürdüğü gözlenmiştir.

Yukarıda da örneklendirildiği üzere çalışma sonuçlarımız protein değerlerinin değişimi açısından genel itibariyle literatürle örtüşmektedir. Bunun yanında fermantasyondan sonra ortalama protein %25 civarında tespit edilmiş olup, mevzuatta fermente sucuk için bildirilen olması gereken en düşük değer olan %16'dan oldukça yüksek oranda çıkmıştır (ResmiGazete, 2018).

4.4. pH Sonuçları

Farklı oranlarda yulaf kepeği eklenen ve çeşitli probiyotik bakteriler ile inoküle edilen sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca pH değerleri üzerine değişikliğine ilişkin yapılan Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde pH değeri değişimine ilişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	**SD**	**KT**	**KO**	**F**
Depolama (A)	2	2,3944	1,19722	113,64**
Kepek Seviyesi (B)	3	5,4947	1,83156	173,85**
Probiyotik Suş (C)	3	0,8657	0,28855	27,39**
AxB	6	0,5568	0,09280	8,81**
AxC	6	0,0253	0,00421	0,40
BxC	9	0,4043	0,04492	4,26**
AxBxC	18	0,2387	0,01326	1,26
Hata	96	1,0114	0,01054	
Toplam	143	10,9912		

** p<0.05 seviyesinde önemli, **p<0.01 seviyesinde önemli,*

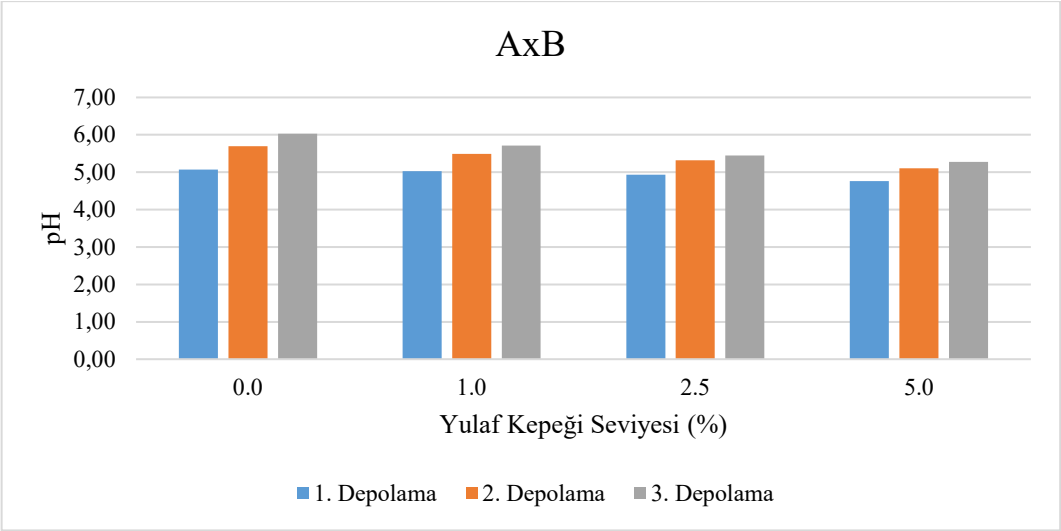
Yapılan Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde, pH değerleri üzerine depolama, sucuğa ilave edilen yulaf kepeği miktarı ve inoküle edilen bakteriler ile bunların interaksiyonları istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuş, fakat depolama x bakteri çeşitleri interaksiyonu ile her üç faktöre ait interaksiyon istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçlarına göre depolama süreci boyunca pH değeri sürekli bir artış göstermiştir. Yulaf kepeği ilavesi ise pH değerinde sürekli bir azalışa sebep olmuştur. Her bir depolama periyodu ile yulaf kepeği ekleme oranları pH değerini istatistiki olarak değiştirmiştir ($p<0.01$). Bir diğer faktör olan bakteri inokülasyonunda ise en yüksek pH değeri kontrol örnekleri ile *L. acidophilus* NCFM inoküle edilmiş örneklerde bulunmuştur. *L. acidophilus* DSM 20079 ve *L. casei* 431® inoküle edilen örneklerin diğerlerine göre daha düşük pH değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

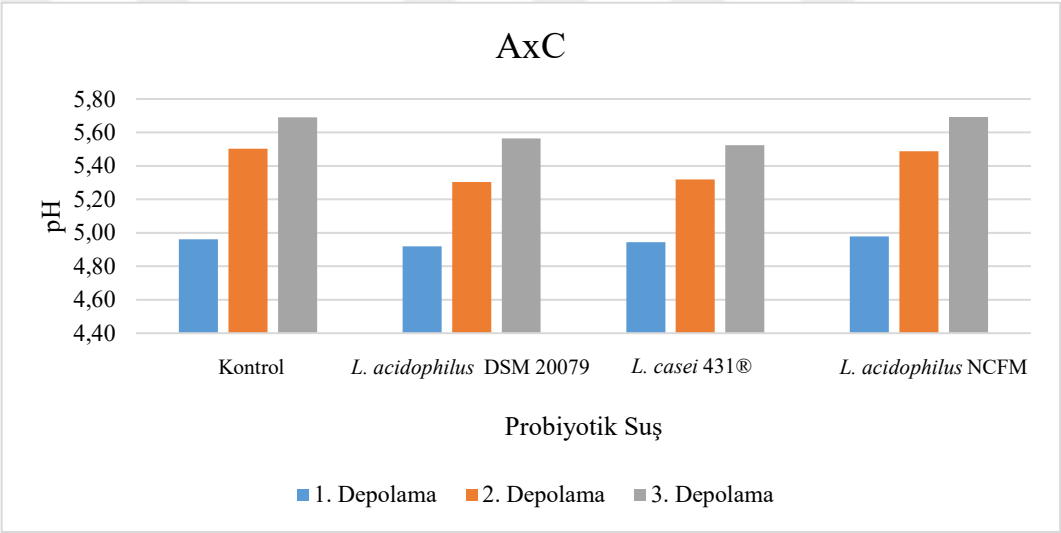
Çizelge 4.7. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilerek depolanmış sucukların pH değişimine ilişkin Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçları

Depolama (Gün) – (A)	**n**	**pH**
1. Depolama	48	4.80±0.16^{c}
2. Depolama	48	4.91±0.26^{b}
3. Depolama	48	5.11±0.29^{a}
Kepek Seviyesi (%) – (B)		
%0 (Kontrol)	36	5.21±0.24^{a}
%1 Yulaf Kepeği	36	5.02±0.20^{b}
%2.5 Yulaf Kepeği	36	4.85±0.18^{c}
%5 Yulaf Kepeği	36	4.69±0.15^{d}
Probiyotik Suş - (C)		
Kontrol	36	5.04±0.26^{a}
L. acidophilus DSM 20079	36	4.88±0.26^{b}
L. acidophilus NCFM	36	5.00±0.26^{a}
L. casei 431®	36	4.85±0.27^{b}
AxB		
1. Depolama x %0 (Kontrol)	12	4.96±0.08^{cd}
1. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	4.85±0.13^{de}
1. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	4.75±0.12^{ef}
1. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	4.64±0.13^{fg}
2. Depolama x %0 (Kontrol)	12	5.19±0.13^{b}
2. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	4.99±0.14^{c}
2. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	4.85±0.19^{de}
2. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	4.60±0.13^{g}
3. Depolama x %0 (Kontrol)	12	5.48±0.11^{a}
3. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	5.22±0.12^{b}
3. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	4.95±0.17^{cd}
3. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	4.81±0.13^{e}
AxC		
1. Depolama x Kontrol	12	4.88±0.17
1. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	4.75±0.17
1. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	4.86±0.12
1. Depolama x *L. casei* 431®	12	4.71±0.13
2. Depolama x Kontrol	12	5.00±0.28
2. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	4.83±0.21
2. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	4.99±0.25
2. Depolama x *L. casei* 431®	12	4.82±0.25
3. Depolama x Kontrol	12	5.22±0.21
3. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	5.06±0.31
3. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	5.14±0.32
3. Depolama x *L. casei* 431®	12	5.02±0.31
BxC		
%0 (Kontrol) x Kontrol	9	5.28±0.20^{ab}
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* DSM 20079	9	5.11±0.23^{bcd}
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* NCFM	9	5.29±0.26^{a}
%0 (Kontrol) x *L. casei* 431®	9	5.16±0.24^{abc}
%1 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	5.13±0.16^{abcd}
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	5.05±0.19^{cde}
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	4.98±0.18^{de}
%1 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	4.91±0.20^{ef}
%2.5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	4.98±0.14^{de}
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	4.68±0.10^{g}
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	4.99±0.11^{cde}
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	4.74±0.12^{fg}
%5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	4.75±0.20^{fg}
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	4.67±0.14^{g}
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	4.73±0.13^{g}
%5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	4.60±0.11^{g}

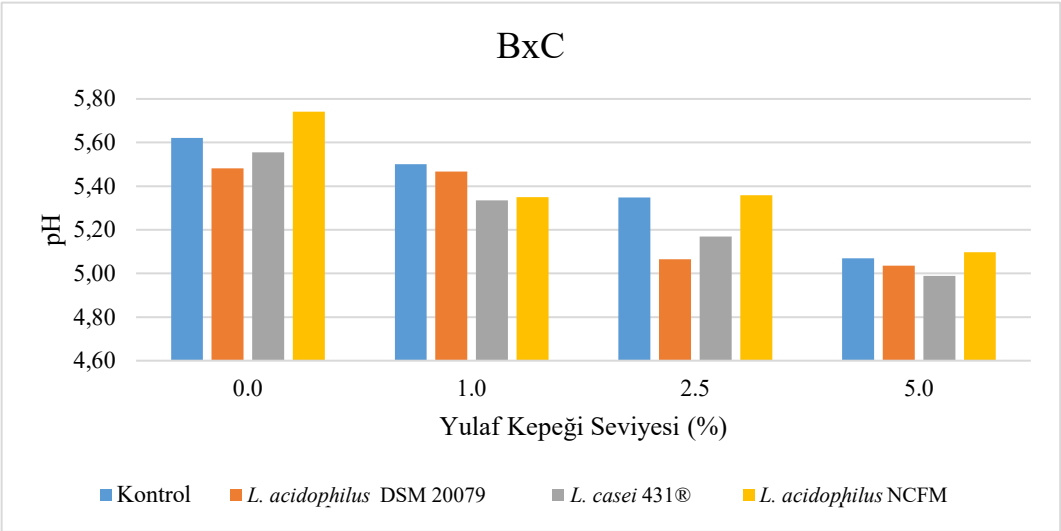
*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır



Şekil 4.7. Sucuk örneklerinin pH değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu



Şekil 4.8. Sucuk örneklerinin pH değeri üzerine depolama (gün) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu



Şekil 4.9. Sucuk örneklerinin pH değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu

Şekil 4.7'de sucuk örneklerinin pH değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu gösterilmiş olup, grafikte görüldüğü üzere depolama süreci boyunca pH değeri artmış, yulaf kepeği ilavesi ile birlikte pH değerinde ise düşüş gözlenmiştir. Şekil 4.8'de sucuk örneklerinin pH değeri üzerine depolama (gün) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu gösterilmiştir. Grafikte görüldüğü üzere depolama süreci boyunca kontrol ve probiyotik bakteri inoküle edilen tüm örneklerin pH değerinde artış gözlenmiştir. Şekil 4.9'da ise sucuk örneklerinin pH değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu verilmiştir. Yulaf kepeği ilavesi ile tüm gruplarda kepek seviyesine paralel olarak pH değerinde düştüğü grafikte görülmektedir.

Naes ve ark. (1994) *Lactobacillus paracasei ssp. paracasei* NCDO151 probiyotik bakterisinde izole ettiği proteinaz enzimini fermente sucuğun olgunlaştırma sürecini kısaltmak üzere yaptıkları bir çalışmada, fermente edilmiş sucuğun başlangıç pH'sını 5.3-5.5 aralığında bulmuş, fermantasyondan sonra 15 günlük süreçte 4.7-4.8 aralığına düştüğünü gözlemlemişlerdir.

Diaz ve ark. (1993), kuru fermente sucuklara Pronaz E ilavesinin proteoliz üzerine etkisini incelemişler ve bu süreçte pH'da bir artış gözlemlemişlerdir. Bu artışın sebebini de yine gözlemledikleri nitrojen bileşenlerinin artışından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Başka bir çalışmada Kahramanmaraş piyasasında tüketime sunulan sucukların pH değerlerinin 4.76-5.75 arasında olduğu belirlenmiştir (Erdoğrul ve Ergün, 2005). Samelis ve ark. (1998) sucukların başlangıç pH değerlerinin 6.1-6.3 arasında, 14 günlük olgunlaşma periyodundan sonra 5.0-5.4 arasında olduğunu bulmuşlardır.

Erkmen ve Bozkurt (2004), işletme ve kasap tipi fermente sucukların pH değerlerini sırasıyla 4.53-5.77 ve 4.83-6.74 arasında belirlemişlerdir. Gökmen (2010) fermente sucuklara kitosan ekledikleri çalışmada, pH değeri 6.0 dan başlamış, 15. günde 5.10-5.21 aralığına düşmüş, 30. günde ise 5.17-5.26 aralığına yükselmiştir.

Çevik (2012), ticari starter kültür kullanarak ürettiği fermente sucuklarda fermantasyondan sonraki 30. güne kadar pH'nın arttığını gözlemlemiştir. Polat (2010), %10 ve %20 yağ oranı kullanarak geleneksel yöntem ile ürettiği bez sucuk örneklerinin pH değerlerinin 180 günlük depolama süresince yükseldiğini rapor etmiştir. Gök (2006), bazı antioksidan maddelerin sucuğun kalitesine etkilerini araştırdığı çalışmasında 90 günlük depolama süresince pH değerlerinin yükseldiğini rapor etmiştir.

Ay (2015), soğuk pres yağlar ilave edilerek üretilen fermente sucukların fizikokimyasal özelliklerini araştırmışlar ve fermente sucuğun pH'sını 5.47 olarak

bulmuşlar, eklenen yağlarla birlikte pH'nında arttığını rapor etmişlerdir. Bilge (2010), fermente sucukta starter kültürün etkisini incelediği çalışmada bir grup starter kültürün pH'yı düşürdüğü, bir grubun ise arttırdığı gözlenmiştir. Bello ve Sanchez-Fuertes (1997), *P. pentosaceus* starter kültürü kullanarak ürettikleri fermente sosiste pH değerini başlangıçta 5.85, 3.günde 5.23, 10 gün sonunda 4.81 ve 24 gün sonunda ise 4.93 olarak belirlemişlerdir. Johansson ve ark. (1994), *P. pentosaceus* ve *S. xylosus* içeren starter kültür karışımı ve karbonhidrat kaynağı olarak sakkaroz kullanarak ürettikleri fermente sosislerde pH değerini 0. gün 5.7, 3. gün 5.0, 14. gün 4.8 ve 63 gün depolama sonunda 5.1 olarak tespit etmişlerdir. Uz (2008), %3, %6 ve %9 oranlarında buğday kepeği kullanarak hazırladıkları sucuklarda kontrol grubu sucukların pH değerini 5.0 olarak bulurken, %3, %6 ve %9 kepek ilave edilmiş sucuklarda sırasıyla 4.87, 4.78 ve 4.71 olarak tespit etmişlerdir. Şimşek (2010), fermente sucuk üretiminde, fermantasyon mikroorganizmaları kaynağı olarak turşu suyunun kullanmış ve pH değerlerini başlangıçtan 30. güne kadar sürekli arttığını (5.48 – 6.01) gözlemlemişlerdir.

Çoksever (2009), farklı oranlarda turunç albedosu ilave ettiği sucuk numunelerinde ilave edilen lif kaynaklarının pH'yı kontrole göre düşürdüğünü tespit etmiştir. Yine zamana bağlı olarak pH önce azalmış, sonra artış eğilimine girmiştir.

Yalınkılıç (2009), sucuk üretiminde portakal lifi kullanmış ve ilave ettiği orana bağlı pH değerinin düştüğünü gözlemlemişlerdir.

pH değerinin fermantasyondan sonra artışı birçok araştırmada görülmüştür (Rabinal, 1995; Korel, 1996; Pérez-Alvarez, 1996; Barberá ve ark., 1997; Pagán-Moreno ve ark., 1997; Ensoy, 2004). Roncalés ve ark. (1989) bu artışın sebebinin maya/küf varlığı nedeniyle olduğunu rapor etmişlerdir.

Yapılan bu çalışmada, kontrol grubuna göre incelendiğinde yulaf kepeği ilavesinin pH değerini düşürdüğü gözlenmiş olup, bu durum lif eklenen çalışmalarda da benzer şekilde sonuçlanmıştır. Depolama seyrinde ise pH değerinde artış olmuştur. Bu sonuç proteolizis sonucu oluşan protein tabiatında olmayan azotlu bileşiklerin ve amino asit katabolizmasının ürünlerinin birikmesinden kaynaklanabileceği (Fernández-López ve ark., 2008) ve bazı amino asitlerin dekarboksilasyon veya deaminasyonu sonucunda amonyum, amin gibi protein olmayan azotlu bileşiklere dönüşmesi ve bu bileşiklerin konsantrasyonlarının artmasından kaynaklanabileceği (Wardlaw ve ark., 1973; Vural, 1992; Korel, 1996; Bover-Cid ve ark., 1999; Komprda ve ark., 2001) düşünülmektedir. Karbonhidrat ve lipid reaksiyonlarının (Maillard, lipoliz vb.) bu tür pH değişimlerinde etken olabileceği de literatürde belirtilmiştir (Toldrá, 2006).

4.5. Su Aktivitesi (a_w) Sonuçları

Farklı oranlarda yulaf kepeği eklenen ve çeşitli probiyotik bakteriler ile inoküle edilen sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca su aktivitesi değerlerinin değişikliğine ilişkin yapılan Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde su aktivitesi değerlerinin değişimine ilişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Depolama (A)	2	0,191243	0,095621	5427,46**
Kepek Seviyesi (B)	3	0,003467	0,001156	65,60**
Probiyotik Suş (C)	3	0,001327	0,000442	25,11**
AxB	6	0,004532	0,000755	42,87**
AxC	6	0,002116	0,000353	20,02**
BxC	9	0,007514	0,000835	47,39**
AxBxC	18	0,012456	0,000692	39,28**
Hata	96	0,001691	0,000018	
Toplam	143	0,224346		

** p<0.05 seviyesinde önemli, **p<0.01 seviyesinde önemli*

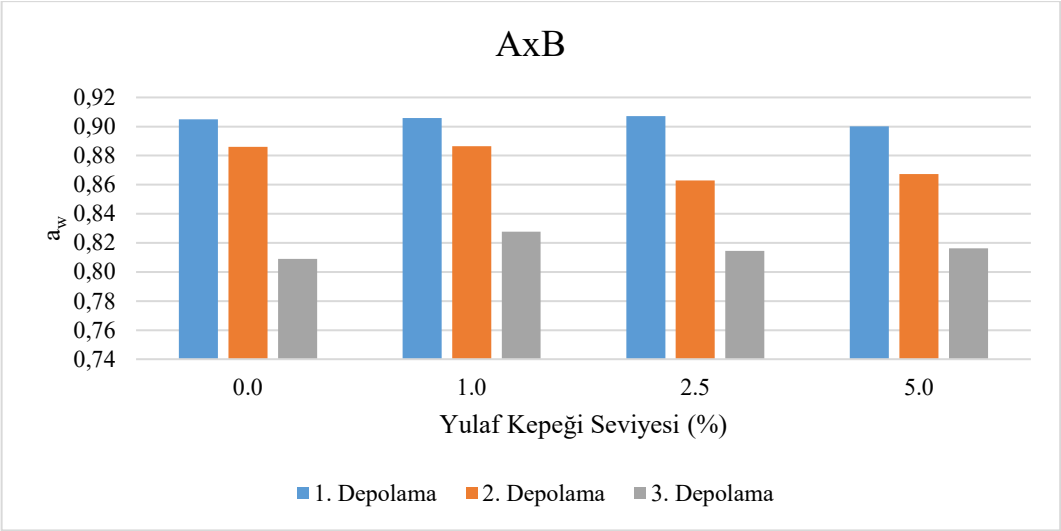
Yapılan Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde a_w değerleri üzerine depolama, sucuğa katılan yulaf kepeği miktarı ve inoküle edilen bakteriler ile bunların interaksiyonları istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

Yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçlarına göre depolama süreci boyunca a_w değerinde sürekli bir azalış belirlenmiştir. Yulaf kepeği ilavesinde ise en yüksek a_w değeri %1 oranında eklenmiş grupta belirlenirken, bunu sırasıyla kontrol, %2.5 ve %5 oranında yulaf kepeği eklenen gruplar izlemiştir. Her bir depolama periyodu ile yulaf kepeği ekleme oranları a_w değerini istatistiki olarak değiştirmiştir ($p<0.01$), yalnızca %2.5 ve %5 oranlarında yulaf kepeği eklenen numunelerin a_w değerindeki değişim istatistiki olarak çok önemli bulunmamıştır. Bir diğer faktör olan bakteri inokülasyonunda ise en yüksek a_w değeri kontrol grubu örnekleri ile *L. acidophilus* DSM 20079 inoküle edilmiş örneklerde bulunmuştur. *L. acidophilus* NCFM inoküle edilmiş örnek grubuna ait a_w değerleri biraz daha düşük çıkarken, *L. casei* 431® inoküle edilen örnekler diğerlerine göre daha düşük a_w değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

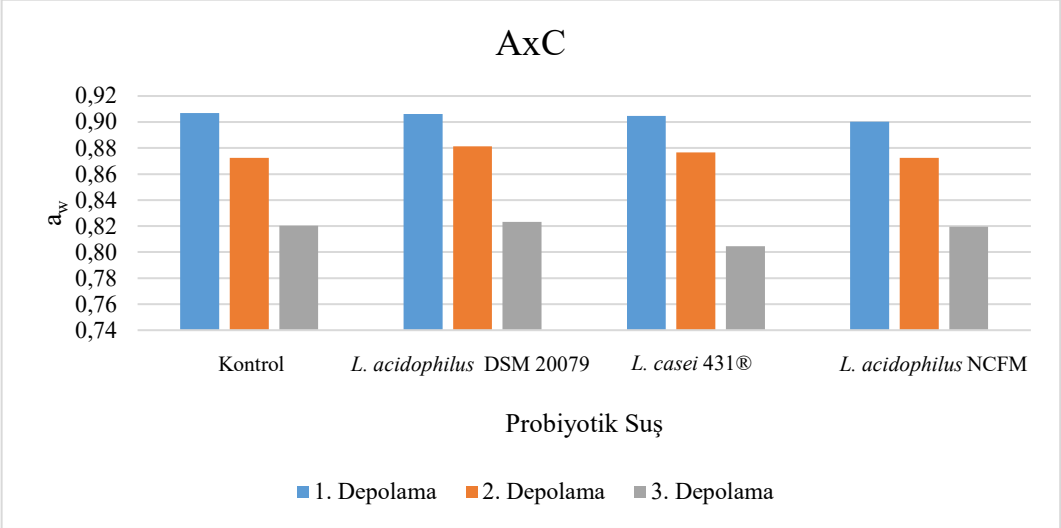
Çizelge 4.9. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilerek depolanmış sucukların su aktivitesi (a_w) değerlerinin değişimine ilişkin Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçları

Depolama (Gün) – (A)	**n**	**a_w**
1. Depolama	48	0.904±0.005[a]
2. Depolama	48	0.875±0.016[b]
3. Depolama	48	0.816±0.019[c]
Kepek Seviyesi (%) – (B)		
%0 (Kontrol)	36	0.866±0.046[b]
%1 Yulaf Kepeği	36	0.873±0.036[a]
%2.5 Yulaf Kepeği	36	0.861±0.039[c]
%5 Yulaf Kepeği	36	0.861±0.036[c]
Probiyotik Suş – (C)		
Kontrol	36	0.866±0.038[a]
L. acidophilus DSM 20079	36	0.870±0.036[a]
L. acidophilus NCFM	36	0.864±0.037[b]
L. casei 431®	36	0.862±0.046[c]
AxB		
1. Depolama x %0 (Kontrol)	12	0.904±0.003[ab]
1. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	0.905±0.005[a]
1. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	0.907±0.005[a]
1. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	0.900±0.004[b]
2. Depolama x %0 (Kontrol)	12	0.886±0.015[c]
2. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	0.886±0.009[c]
2. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	0.863±0.008[d]
2. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	0.867±0.017[d]
3. Depolama x %0 (Kontrol)	12	0.809±0.029[g]
3. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	0.827±0.020[e]
3. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	0.814±0.013[fg]
3. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	0.816±0.006[f]
AxC		
1. Depolama x Kontrol	12	0.906±0.004[a]
1. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	0.906±0.007[a]
1. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	0.900±0.003[b]
1. Depolama x L. casei 431®	12	0.904±0.002[ab]
2. Depolama x Kontrol	12	0.872±0.007[d]
2. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	0.881±0.010[c]
2. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	0.872±0.025[d]
2. Depolama x L. casei 431®	12	0.876±0.018[cd]
3. Depolama x Kontrol	12	0.820±0.021[e]
3. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	0.823±0.013[e]
3. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	0.819±0.012[e]
3. Depolama x L. casei 431®	12	0.804±0.025[f]
BxC		
%0 (Kontrol) x Kontrol	9	0.864±0.041[bc]
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* DSM 20079	9	0.877±0.032[a]
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* NCFM	9	0.877±0.040[a]
%0 (Kontrol) x *L. casei* 431®	9	0.847±0.064[f]
%1 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	0.880±0.023[a]
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	0.876±0.033[a]
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	0.860±0.045[cde]
%1 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	0.876±0.040[a]
%2.5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	0.861±0.049[bcd]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	0.863±0.043[bcd]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	0.864±0.029[bc]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	0.856±0.039[de]
%5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	0.859±0.037[cde]
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	0.863±0.040[bcd]
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	0.854±0.035[ef]
%5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	0.867±0.037[b]

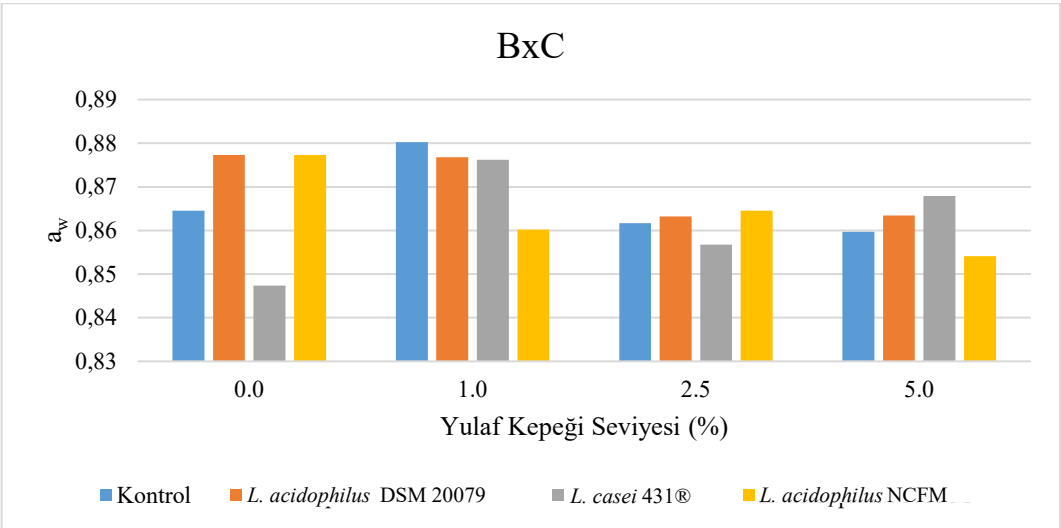
*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır



Şekil 4.10. Sucuk örneklerinin a_w değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu



Şekil 4.11. Sucuk örneklerinin a_w değeri üzerine depolama (gün) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu



Şekil 4.12. Sucuk örneklerinin a_w değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu

Şekil 4.10'da sucuk örneklerinin a_w değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu gösterilmiş olup, grafikte görüldüğü üzere depolama süreci boyunca a_w değeri azalmış, yulaf kepeği ilavesi ile birlikte a_w değerinde yine düşüş gözlenmiştir. Şekil 4.11'de sucuk örneklerinin a_w değeri üzerine depolama (gün) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu gösterilmiştir. Grafikte görüldüğü üzere depolama süreci boyunca kontrol ve probiyotik bakteri inoküle edilen tüm örneklerin a_w değeri azalmış, en düşük a_w değeri ise *L. casei* 431® inoküle edilmiş sucuk grubunun 3. depolama seyrinde gözlenmiştir. Şekil 4.12'de ise sucuk örneklerinin a_w değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu verilmiştir. En düşük a_w değeri *L. casei* 431® inoküle edilmiş ve yulaf kepeği ilave edilmemiş sucuk grubunda bulunmuştur.

Naes ve ark. (1994), fermente sucuk üzerine yaptığı bir çalışmada, su aktivitesinin fermantasyondan sonra 0.88 civarında olduğunu, 15 günlük olgunlaşma süreci boyunca su aktivitesi değerinin arttığını ve 15 günden sonra ise durağan şekilde devam ettiğini tespit etmişlerdir. Bilge (2010), farklı starter kültür kullanarak üretilen sucukların su aktivitesi değeri üzerine kullanılan starter kültürlerin önemli bir etkisinin olmadığını, aynı zamanda 20-22 ºC'de fermente olan (düşük sıcaklık) sucukların su aktivitelerinin daha yavaş azaldığını bulmuştur. Gençcelep ve ark. (2007), 18-22 ºC'de ürettikleri sucuklarda starter kültürün sucuğun a_w değerinde etkili olduğunu ve starterli sucukların *(L.sakei+S.carnosus* ve *P.acidilactici+S.xylosus+L.curvatus*) kontrol sucuklarından daha düşük a_w değerlerine sahip olduklarını bildirmişlerdir. Casaburi ve ark. (2007), İtalyan fermente sosislerinde a_w düşüşüne üretim süresinin önemli etkisi olduğunu, buna karşın starterli gruplarla (S1: proteolitik *S.xylosus+L.curvatus,* S2: lipolitik *S.xylosus+L.curvatus*) K grubu arasında önemli bir fark olmadığını bulmuşlardır.

Demir (2013), fermente sucukta şalgam suyu ve nitrit etkisini görmek üzere yaptığı çalışmada başlangıç değerlerini kontrol, 3 grup şalgam suyu ve nitrit içeren örneklerde sırasıyla 0.947, 0.940, 0.938, 0.941 ve 0.945; 30. gün a_w değerlerini ise sırasıyla 0.896, 0.898, 0.885, 0.886 ve 0.897 olarak tespit etmiştir. Hampikyan (2006), yaptığı çalışmada sucuk örneklerinin 0. gün su aktivitesi değerlerinin 0.977 ile 0.974 arasında olduğunu, depolamanın son gününde (30. gün) ise bu değerlerin 0.905-0.902 aralığına düştüğünü ifade etmiştir. Şimşek (2010) ise fermente sucuk üretiminde turşu suyunun etkisini incelediği çalışmada su aktivitesi değerleri 0.90'dan başladığını, 30. gün sonunda 0.80 seviyesine indiğini tespit etmiştir. Çoksever (2009), turunç albedosunun

fermente sucuk üzerine etkisini incelediği çalışmada, olgunlaşma süresi boyunca a_w değerinin 0.90'dan 0.77'ye kadar düştüğünü, yine çiğ albedo eklemenin su aktivitesinde düşürücü etkiye sebebiyet verdiğini bulmuştur. Atik (2013) sığır ve keçi etleri kombinasyonlarının etkilerini incelediği çalışmada, sığır etinden üretlimiş sucuk örneklerinin a_w değerinin 0.98'den başlayıp, 30. gün sonunda 0.850'ye kadar düştüğünü belirlemiştir.

Lifsi madde ilavesi ile yapılan çalışmalarda, lifsi madde konsantrasyonu ve çeşidine bağlı olarak su aktivitesi değerlerinde birbirinden farklı sonuçlar alınmıştır. Garcia ve ark. (2002)'nın yaptıkları çalışmada; % 6-10 yağ içeren fermente sosislerde % 1.5-3.0 oranında buğday ve yulaf lifi ile şeftali, elma ve portakal lifi kullanılmış ve su aktivite değerlerinin diyet lif ilavesinden etkilenmediği rapor edilmiştir. Bir diğer çalışmada Eim ve ark. (2008), kuru fermente bir sosis türü olan "Sobrassada" da diyet lif olarak % 3, % 6, % 9 ve % 12 oranlarında havuç lifi kullanmış ve su aktivitesi değerlerini kontrol grubuna göre daha düşük düzeylerde tespit etmişlerdir. Lario ve ark. (2004), turunçgil ekstraktlarının su absorpsiyonu özelliklerini belirlemişler ve albedo içeren örneklerin su aktivitesi değerlerinin, kontrol grubundan daha az olmasının beklenen bir durum olduğunu ifade etmişlerdir.

Yapılan bu çalışmada da su aktivitesi değeri diğer bütün çalışmalara benzer sonuç vermiş, %2.5 ve %5 oranında ilave edilen kepeklerin su aktivitesi değerini azalttığı tespit edilmiştir. Bu durum nem sonuçları ile paralellik göstermektedir. Yine yapılan bazı çalışmalarda inoküle edilen bakterilerin su aktivitesini düşürdüğü belirtilirken, bazılarında etkisi olmadığı gözlenmiş, bizim çalışmamızda da *L. casei* 431® ile *L. acidophilus* NCFM inokülasyonunun su aktivitesini düşürdüğü tespit edilirken, *L. acidophilus* DSM 20079 inokülasyonu ise su aktivitesi değerlerini etkilememiştir.

4.6. Laktik Asit Sonuçları (%)

Farklı oranlarda yulaf kepeği eklenen ve çeşitli probiyotik bakteriler ile inoküle edilen sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca toplam laktik asit miktarındaki değişikliğine ilişkin yapılan Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde % toplam laktik asit değerlerinin değişimine ilişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Depolama (A)	2	1,8053	0,90265	115,46**
Kepek Seviyesi (B)	3	3,1488	1,04959	134,25**
Probiyotik Suş (C)	3	1,2421	0,41402	52,96**
AxB	6	0,1192	0,01986	2,54*
AxC	6	0,4671	0,07785	9,96**
BxC	9	0,3324	0,03693	4,72**
AxBxC	18	0,8017	0,04454	5,70**
Hata	96	0,7505	0,00782	
Toplam	143	8,6670		

** p<0.05 seviyesinde önemli, **p<0.01 seviyesinde önemli*

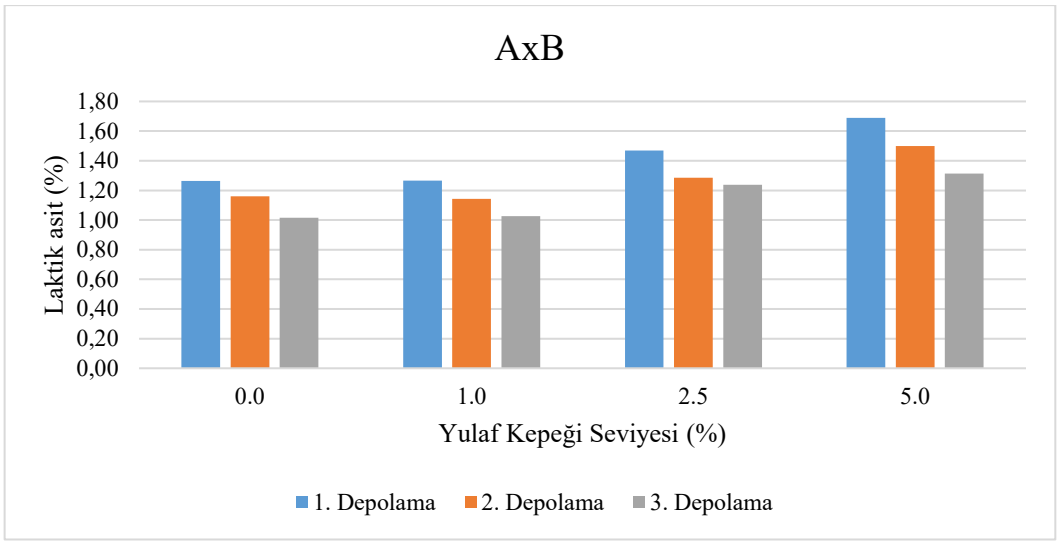
Yapılan Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde % toplam laktik asit değerleri üzerine depolama, sucuğa katılan yulaf kepeği miktarı ve inoküle edilen bakteriler ile bunların interaksiyonları istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuş, yalnızca depolama x kepek oranı istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçlarına göre depolama süreci boyunca % toplam laktik asit miktarında sürekli bir azalış belirlenmiştir. Yulaf kepeği ilavesinde ise en düşük % laktik asit miktarı kontrol ve %1 kepek ilaveli grupta belirlenirken, bunu sırasıyla %2.5 ve %5 oranında yulaf kepeği eklenen gruplar izlemiştir. Her bir depolama periyodu ile yulaf kepeği ekleme oranları % laktik asit değerini istatistiki olarak değiştirmiştir ($p<0.01$), yalnızca kontrol grubunda ve %1 yulaf kepeği eklenen numunelerin % laktik asit miktarındaki değişim istatistiki olarak çok önemli bulunmamıştır. Bir diğer faktör olan bakteri inokülasyonunda ise en yüksek % laktik asit miktarı *L. casei* 431® inoküle edilmiş örneklerde bulunmuş, en düşük % toplam laktik asit miktarı ise kontrol grubunda tespit edilmiştir. *L. acidophilus* NCFM ve *L. acidophilus* DSM 20079 inoküle edilmiş örnek grubuna ait % laktik asit miktarı birbirine yakın, kontrolden daha fazla *L. casei* 431® inoküle edilmiş örneklerden daha az olduğu belirlenmiştir.

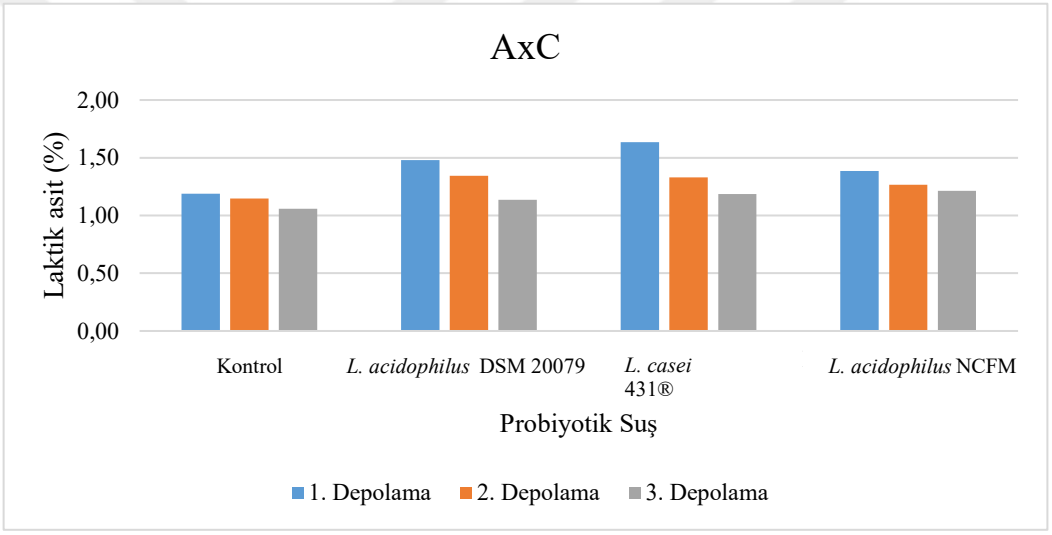
Çizelge 4.11. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilerek depolanmış sucukların % toplam laktik asit değişimine ilişkin Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçları

Depolama (Gün) – (A)	**n**	**Laktik Asit (%)**
1. Depolama	48	1.42±0.25^{a}
2. Depolama	48	1.27±0.19^{b}
3. Depolama	48	1.15±0.19^{c}
Kepek Seviyesi (%) – (B)		
%0 (Kontrol)	36	1.15±0.16^{c}
%1 Yulaf Kepeği	36	1.14±0.15^{c}
%2.5 Yulaf Kepeği	36	1.33±0.22^{b}
%5 Yulaf Kepeği	36	1.50±0.23^{a}
Probiyotik Suş – (C)		
Kontrol	36	1.13±0.17^{c}
L. acidophilus DSM 20079	36	1.32±0.25^{b}
L. acidophilus NCFM	36	1.29±0.24^{b}
L. casei 431®	36	1.38±0.26^{a}
AxB		
1. Depolama x %0 (Kontrol)	12	1.26±0.18^{cd}
1. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	1.27±0.19^{cd}
1. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	1.47±0.26^{b}
1. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	1.69±0.08^{a}
2. Depolama x %0 (Kontrol)	12	1.16±0.07^{de}
2. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	1.14±0.07^{ef}
2. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	1.28±0.20^{c}
2. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	1.50±0.16^{b}
3. Depolama x %0 (Kontrol)	12	1.01±0.10^{g}
3. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	1.03±0.05^{fg}
3. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	1.24±0.11^{cde}
3. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	1.31±0.25^{c}
A*C		
1. Depolama x Kontrol	12	1.19±0.24^{ef}
1. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	1.48±0.26^{b}
1. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	1.38±0.16^{bc}
1. Depolama x *L. casei* 431®	12	1.63±0.12^{a}
2. Depolama x Kontrol	12	1.15±0.13^{efg}
2. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	1.34±0.23^{c}
2. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	1.26±0.19^{cde}
2. Depolama x *L. casei* 431®	12	1.33±0.17^{cd}
3. Depolama x Kontrol	12	1.06±0.10^{g}
3. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	1.13±0.09^{fg}
3. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	1.21±0.26^{def}
3. Depolama x *L. casei* 431®	12	1.18±0.25^{ef}
B*C		
%0 (Kontrol) x Kontrol	9	1.09±0.10^{hi}
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* DSM 20079	9	1.14±0.10^{fghi}
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* NCFM	9	1.11±0.12^{ghi}
%0 (Kontrol) x *L. casei* 431®	9	1.25±0.24^{efg}
%1 Yulaf Kepeği *x* Kontrol	9	1.02±0.0^{i}
%1 Yulaf Kepeği *x L. acidophilus* DSM 20079	9	1.18±0.07^{fgh}
%1 Yulaf Kepeği *x L. acidophilus* NCFM	9	1.12±0.13^{ghi}
%1 Yulaf Kepeği *x L. casei* 431®	9	1.25±0.22^{efg}
%2.5 Yulaf Kepeği *x* Kontrol	9	1.14±0.13^{fghi}
%2.5 Yulaf Kepeği *x L. acidophilus* DSM 20079	9	1.44±0.29^{bcd}
%2.5 Yulaf Kepeği *x L. acidophilus* NCFM	9	1.36±0.09^{de}
%2.5 Yulaf Kepeği *x L. casei* 431®	9	1.38±0.22^{cde}
%5 Yulaf Kepeği *x* Kontrol	9	1.27±0.25^{ef}
%5 Yulaf Kepeği *x L. acidophilus* DSM 20079	9	1.52±0.21^{abc}
%5 Yulaf Kepeği *x L. acidophilus* NCFM	9	1.56±0.08^{ab}
%5 Yulaf Kepeği *x L. casei* 431®	9	1.65±0.18^{a}

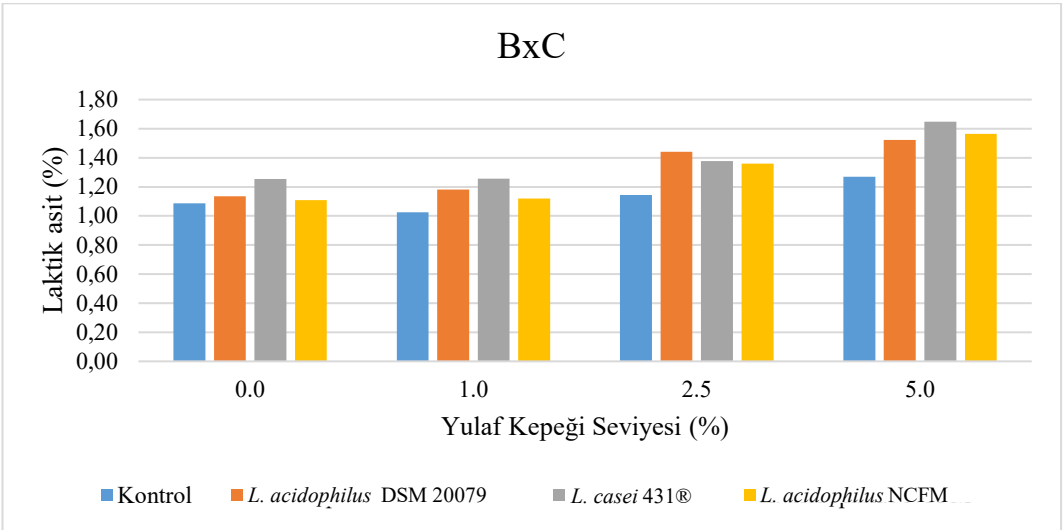
*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.



Şekil 4.13. Sucuk örneklerinin laktik asit (%) miktarı üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu



Şekil 4.14. Sucuk örneklerinin laktik asit (%) miktarı üzerine depolama (gün) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu



Şekil 4.15. Sucuk örneklerinin laktik asit (%) miktarı üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu

Şekil 4.13'te sucuk örneklerinin laktik asit (%) miktarı üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu gösterilmiş olup, grafikte görüldüğü üzere depolama süreci boyunca laktik asit (%) miktarı azalmış, yulaf kepeği ilavesi ile birlikte ise laktik asit (%) miktarında artış gözlenmiştir. Şekil 4.14'te sucuk örneklerinin laktik asit (%) miktarı üzerine depolama (gün) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu gösterilmiştir. Grafikte görüldüğü üzere depolama süreci boyunca kontrol ve probiyotik bakteri inoküle edilen tüm örneklerin laktik asit (%) miktarında azalış gözlenmiştir. Şekil 4.15'te ise sucuk örneklerinin laktik asit (%) miktarı üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu verilmiştir. Yulaf kepeği seviyesi arttıkça probiyotik bakteri inoküle edilmiş sucuk numunelerindeki laktik asit (%) miktarında artışın olduğu gözlenmiştir.

Naes ve ark. (1994) fermente sucukda yaptığı çalışmada, % toplam laktik asit miktarının fermantasyondan sonra 21 günlük süreçte arttığını (%0.5 den %1.1 e kadar) gözlemlemiştir.

Çoksever (2009) sucuk numunelerine turunç albedosu eklediği çalışmada, 21 günlük süreçte % laktik asit miktarının 0.83 den 1.97'ye kadar arttığını tespit etmiştir. Yine ilave edilen albedoların kontrolden bağımsız olarak ilave oranına paralel %laktik asit miktarını arttırdığını tespit etmiştir.

Visessanguan ve ark. (2006), 10^4 ve 10^6 kob/g düzeylerinde *L. curvatus* starter kültürü inoküle edilerek ve karbonhidrat kaynağı olarak sakkaroz kullanarak ürettikleri Tayland'a özgü Nham fermente sosisinde inokülasyon düzeyleri açısından laktik asit miktarlarında farklılıklar meydana geldiğini belirlemişlerdir. 10^4 kob/g düzeyinde inoküle edilen örneklerde laktik asit miktarı 0. gün yaklaşık 0.1 g/100g kuru ağırlık ve 3. gün yaklaşık 0.5 g/100g kuru ağırlık olarak bulunmuşken, 10^6 kob/g düzeyinde inoküle edilen örneklerde laktik asit miktarı 0. gün yaklaşık 0.4 g/100 g kuru ağırlık ve 3. gün yaklaşık 1.6 g/100g kuru ağırlık olarak bulunmuştur.

Bilge (2010), yapmış olduğu çalışmada starter kültür ilaveli sucuk numunelerinin laktik asit miktarının kontrole göre daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Fermente sosislerde hissedilen ekşi ve keskin tadın sorumlusunun başlıca laktik asit ve daha az miktarlarda bulunan asetik asit olduğu ifade edilmektedir (Luke, 1985). Bucharles ve ark. (1984), fazla miktarda laktik asit oluşumunun istenmeyen tat oluşumuna neden olabileceğini, bundan da büyük ölçüde D-laktatın sorumlu olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda % toplam laktik asit miktarı 2.00'ın üzerine çıkmadığı ve bu olumsuzlukların oluşmayacağı seviyede kaldığı tespit edilmiştir. Bakterilerin,

glikolizden sonra laktik asit ürettiği ve bunu da hücre dışına attığı, bu sürecin en fazla olduğu dönemin fermantasyon olduğu bilinmekte ve fermantasyondan sonra bu durumun giderek azalmasının çalışmamızdaki laktik asit miktarındaki değişimin sebebi olarak düşünülmektedir.

4.7. Thiobarbitürik Asit (TBA) Sayısı Sonuçları

Farklı oranlarda yulaf kepeği eklenen ve çeşitli probiyotik bakteriler ile inoküle edilen sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca oksidasyon göstergesi olarak bilinen TBA değerlerinin değişikliğine ilişkin yapılan Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde TBA değerlerinin değişimine ilişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Depolama (A)	2	0,02106	0,010530	7,74**
Kepek Seviyesi (B)	3	0,37382	0,124606	91,64**
Probiyotik Suş (C)	3	0,34089	0,113630	83,56**
AxB	6	0,04680	0,007799	5,74**
AxC	6	0,01415	0,002359	1,73
BxC	9	0,08497	0,009441	6,94**
AxBxC	18	0,07460	0,004144	3,05**
Hata	96	0,13054	0,001360	
Toplam	143	1,08682		

** p<0.05 seviyesinde önemli, **p<0.01 seviyesinde önemli*

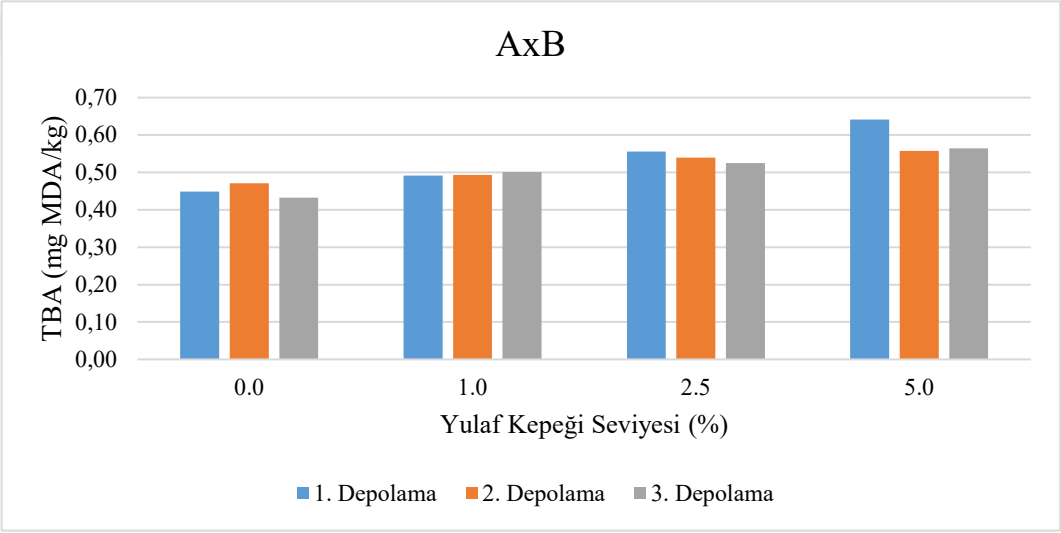
Yapılan Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde TBA değerleri üzerine depolama, sucuğa katılan yulaf kepeği miktarı ve inoküle edilen bakteriler ile depolama x bakteri çeşiti interaksiyonu hariç bunların interaksiyonları istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilerek depolanmış sucukların TBA değişimine ilişkin Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçları

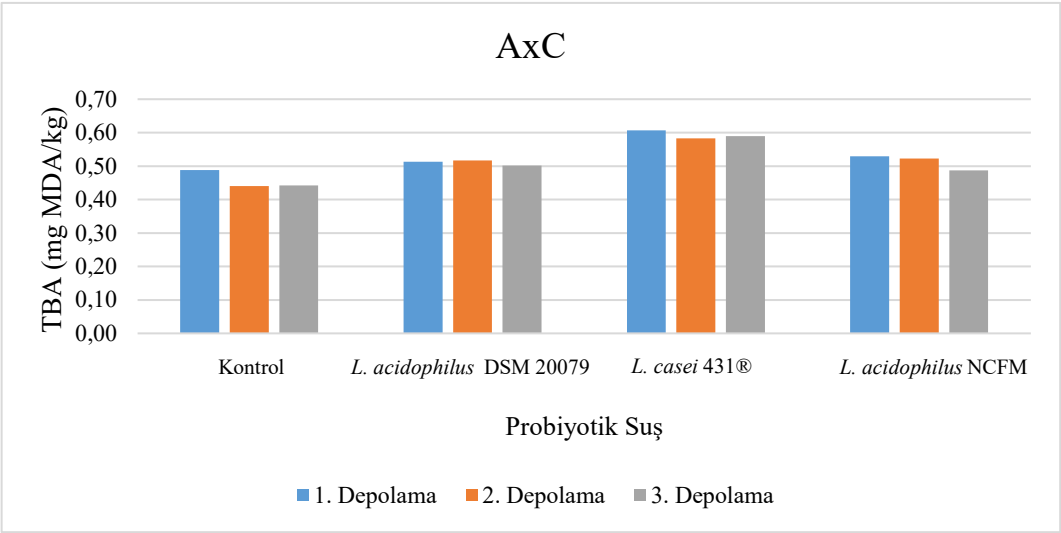
Depolama (Gün) – (A)	**n**	**TBA (mg MDA/kg)**
1. Depolama	48	0.534 ± 0.100^{a}
2. Depolama	48	0.515 ± 0.076^{b}
3. Depolama	48	0.505 ± 0.083^{b}
Kepek Seviyesi (%) – (B)		
%0 (Kontrol)	36	0.450 ± 0.061^{d}
%1 Yulaf Kepeği	36	0.495 ± 0.078^{c}
%2.5 Yulaf Kepeği	36	0.540 ± 0.077^{b}
%5 Yulaf Kepeği	36	0.587 ± 0.068^{a}
Probiyotik Suş – (C)	N	
Kontrol	36	0.456 ± 0.072^{c}
L. acidophilus DSM 20079	36	0.510 ± 0.090^{b}
L. acidophilus NCFM	36	0.513 ± 0.065^{b}
L. casei 431®	36	0.593 ± 0.060^{a}
AxB		
1. Depolama x %0 (Kontrol)	12	0.449 ± 0.052^{ef}
1. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	0.491 ± 0.081^{cde}
1. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	0.556 ± 0.090^{b}
1. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	0.641 ± 0.050^{a}
2. Depolama x %0 (Kontrol)	12	0.471 ± 0.070^{def}
2. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	0.492 ± 0.074^{cde}
2. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	0.539 ± 0.070^{bc}
2. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	0.557 ± 0.066^{b}
3. Depolama x %0 (Kontrol)	12	0.432 ± 0.059^{f}
3. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	0.500 ± 0.084^{cd}
3. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	0.524 ± 0.072^{bc}
3. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	0.564 ± 0.058^{b}
AxC		
1. Depolama x Kontrol	12	0.488±0.090
1. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	0.513±0.120
1. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	0.529±0.082
1. Depolama x *L. casei* 431®	12	0.607±0.070
2. Depolama x Kontrol	12	0.439±0.065
2. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	0.516±0.069
2. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	0.522±0.053
2. Depolama x *L. casei* 431®	12	0.582±0.042
3. Depolama x Kontrol	12	0.442±0.052
3. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	0.501±0.082
3. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	0.487±0.052
3. Depolama x *L. casei* 431®	12	0.590±0.068
BxC		
%0 (Kontrol) x Kontrol	9	0.407 ± 0.048^{ij}
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* DSM 20079	9	0.403 ± 0.021^{j}
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* NCFM	9	0.473 ± 0.050^{fgh}
%0 (Kontrol) x *L. casei* 431®	9	0.519 ± 0.027^{efg}
%1 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	0.412 ± 0.017^{hij}
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	0.504 ± 0.060^{efg}
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	0.469 ± 0.049^{fgh}
%1 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	0.593 ± 0.027^{abc}
%2.5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	0.467 ± 0.029^{ghi}
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	0.519 ± 0.038^{efg}
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	0.529 ± 0.032^{def}
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	0.645 ± 0.060^{a}
%5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	0.539 ± 0.082^{cde}
%5 Yulaf Kepeği x L. *acidophilus* DSM 20079	9	0.615 ± 0.069^{ab}
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	0.580 ± 0.058^{bcd}
%5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	0.614 ± 0.036^{ab}

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır

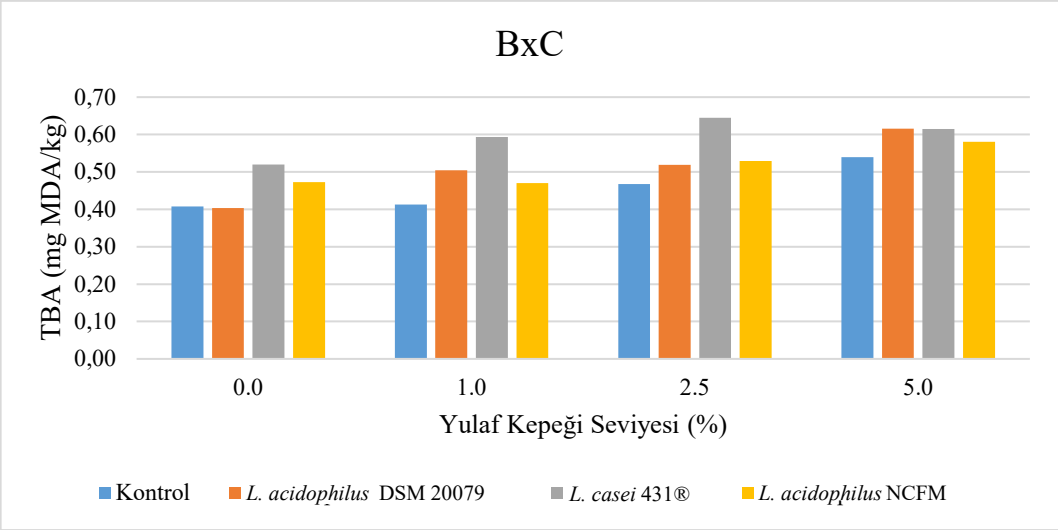
Yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçlarına göre depolama süreci boyunca TBA miktarında en yüksek birinci depolama periyodunda saptanırken, ikinci ve üçüncü depolama periyotlarında bir azalış belirlenmiş ve bu periyotların azalış oranlarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Yulaf kepeği ilavesinde ise ilave edilen orana paralel olarak TBA miktarı sürekli artmıştır. Bir diğer faktör olan bakteri inokülasyonunda ise en yüksek TBA değeri *L. casei* 431® inoküle edilmiş örneklerde bulunmuş, en düşük TBA değeri ise kontrol grubunda tespit edilmiştir. *L. acidophilus* NCFM ve *L. acidophilus* DSM 20079 inoküle edilmiş örnek grubuna ait TBA değerleri birbirine benzer bulunurken, kontrolden daha fazla *L. casei* 431® inoküle edilmiş örneklerden daha az olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.16. Sucuk örneklerinin TBA değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu



Şekil 4.17. Sucuk örneklerinin TBA değeri üzerine depolama (gün) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu



Şekil 4.18. Sucuk örneklerinin TBA değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu

Şekil 4.16'da sucuk örneklerinin protein (%) miktarı üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu gösterilmiş olup, grafikte görüldüğü üzere yulaf kepeği ilavesi TBA değerini artırmıştır. Şekil 4.17'de sucuk örneklerinin TBA değeri üzerine depolama (gün) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu gösterilmiştir. Grafikte görüldüğü üzere depolama süreci boyunca en düşük TBA değeri kontrol grubunda gözlenirken, probiyotik bakteri inoküle edilen tüm örneklerin TBA değeri kontrole göre yüksek çıkmıştır. Şekil 4.18'de ise sucuk örneklerinin TBA değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu verilmiştir. Yulaf kepeği ilavesi ile TBA değerinde artışın olduğu, en düşük TBA değerinin ise yulaf kepeği ilave edilmeyen *L. acidophilus* DSM 20079 inoküle edilmiş numunelerde görünürken, *L. casei* 431® inoküle edilmiş ve %2.5 oranında yulaf kepeği ilave edilen sucuk numunelerinin TBA değeri ise en yüksek çıkmıştır.

Dönderici (2005) yapmış olduğu çalışmada, kontrol grubu sucuk örneklerinin TBA değerini 7. gün itibari ile 0.43, 14. günde ise 1.57 olarak bulmuştur.

Soyer (2005) yaptığı çalışmada, %20 ve %30 yağ oranına sahip sucuk örneklerinin 9 günlük olgunlaşma periyodu sonunda elde ettiği TBA değerlerinin %10 yağ içeren sucuk örneklerine göre daha yüksek olduğunu bulmuştur. Bu değerleri sırasıyla 1.08 ve 1.24 mg MA/kg olarak tespit etmiştir.

Yalınkılıç ve ark. (2012) ise farklı oranlarda turunçgil lifi ve farklı yağ oranlarının sucuğun kalite özelliklerine etkilerini inceledikleri çalışmada, yağ oranının TBA değerini önemli düzeyde etkilemediğini ortaya koymuştur.

Ercoşkun ve Özkal (2011) fermantasyon süresince geleneksel Türk sucuğunun kalite özellikleri üzerine yaptıkları araştırmada, sucuk örneklerinin fermantasyon süresince TBA değerleri ortalamasının 0.26 mg (0. gün)'dan 0.52 mg malonaldehit/kg ürün'e (9. gün) yükseldiğini rapor etmişlerdir. Bağdatlı (2013) ise TBA değerlerini 0.66 – 1.06 mg malonaldehit/kg aralığında tespit etmiştir.

Duman (2013) çalışmasında, kontrol(K) ve iki farklı tür starter kültürlü (ST1 ve ST2) bez sucuk gruplarının 10. gün TBA değerleri sırasıyla 0.24, 0.23 ve 0.36 mg malonaldehit/kg örnek olarak ölçülmüştür. Yine aynı üretim aşamasında, ST2 grubunun en yüksek TBA değerine ve ST1 grubunun ise en düşük TBA değerine sahip olmasına karşın ($p<0,05$), K ve ST1 grupları arasında farkın istatistiki olarak önemli düzeyde olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Çevik (2012), %20 oranında yağ kullanarak ürettiği bez sucukların son ürün TBA değerlerini kontrol grubunda 0.21 mg malonaldehit/kg örnek, starter kültür olarak *P. pentosaceus* ve *S. carnosus* kullandığı grupta ise 0.20 mg malonaldehit/kg örnek olarak belirlemiştir. Başka bir formülasyon çalışmasında ise Polat (2010), üretiminde %20 oranında yağ kullandığı bez sucukların TBA değerinin son üründe 0.83 mg malonaldehit/kg örnek olduğunu bildirmiştir.

Salgado ve ark. (2005), endüstriyel ve geleneksel olarak üretilen İspanyol fermente sucuğu olan *chorizolar*da TBA değerini üretimin başlangıcında sırasıyla 1.72 ve 2.30 mg malonaldehit/kg örnek olarak bulmuşlardır.

Yalınkılıç (2009) yapmış olduğu araştırmada, en yüksek TBA değerlerini %4 lif içeren örneklerde belirlemiştir.

Aleson-Carbonell ve ark. (2004)'de 5 günlük bir üretim prosesine sahip kuru sucuklar (çap 20-23 mm) üzerinde yaptıkları çalışmada farklı konsantrasyonlarda limon albedosu içeren örneklerde 5 günlük kurutma periyodunun sonunda kontrol grubuna göre TBARS değerinde daha yavaş bir artış olduğunu belirtmişlerdir. Fernández-López ve ark. (2007) tarafından yapılan araştırmada da portakal lifi içeren örneklerin olgunlaştırma süresince kontrol gruplarına göre daha düşük TBARS değerleri verdiği tespit edilmiştir. Aleson-Carbonell ve ark. (2005) tarafından sığır burgerleri üzerinde yapılan çalışmada ise pişirme ve kurutma uygulanılarak elde edilen limon albedolarının kontrole göre TBA değerinde önemli artışa sebep olduğu belirlenmiştir.

Uz (2008) buğday kepeği ilave ettiği sucukların TBA değerini incelediği çalışmada, ilave edilen kepek oranına paralel olarak TBA değerinin azaldığını tespit etmiştir.

Çoksever (2009), farklı oranlarda turunç albedosu ilave ettiği sucuk örneklerinin ilk gün TBA değerini 0.272 mg malonaldehit/kg olarak tespit etmiş, 21. günde ise 0.337 mg malonaldehit/kg olarak belirlemiş ve zamana bağlı olarak TBA değerinin arttığını göstermiştir. İlave ettiği %5 oranında ısıl işlem görmüş turunç albedosunu TBA değerini arttırdığı, diğerlerinin ise azalttığını tespit etmiştir.

Şimşek (2010), fermente sucuklara starter kültür ve turşu suyu ilave etmiş, kontrole göre starter kültür ilavesinin TBA değerini arttırdığı, 30 günlük depolama seyrinde bu artışın kontrolle olan farkının oldukça yükseldiğini tespit etmiştir. Yine turşu suyu ilavesinin de TBA değerini depolama süreci boyunca arttırdığını tespit etmiştir.

Yapılan bir diğer çalışmada TBA değerinin zamana bağlı olarak starter ilaveli örnek gruplarında üretim ve depolama süresince hidrolize olan lipit fraksiyonlarının yağ asitleri dağılımının etkilenmesine paralel olarak artış gösterdiği saptanmıştır (Dalmış ve Soyer, 2008).

Candogan ve Kolsarici (2003), farklı oranlarda karragenan veya pektinli karragenan ilavesi ile ürettikleri Frankfurterlerde yapmış oldukları TBA analizlerinde depolama süresince TBA değerinde istatistiksel olarak önemli artış gözlemlemişlerdir.

Atik (2013), sığır ve keçi etleri karışımı ile ürettiği sucuk numunelerinin TBA değerinin depolama süreci boyunca arttığını tespit etmiştir.

Coşkuner (2002), TBA değerini sucuk hamurunda 0.096 mg MA/kg olarak, bu değeri geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda 0.379 mg MA/kg ve ısıl işlem uygulanarak üretilen sucuklarda ise 0.409 mg MA/kg olarak tespit etmiştir.

Fermente kuru sucuklarda lipit oksidasyonunda, sosis hamurunun kompozisyonu, etin parçalanma derecesi, pH ile tuz, nitrit, baharat, antioksidan gibi değişik katkılar etkili olmaktadır (Ordóñez ve ark., 1999). Lactobacillus türleri, genellikle zayıf lipolitik aktiviteye sahiptir. Fermente kuru sosislerde meydana gelen lipit oksidasyonu üzerine; hamur bileşimi, etin kıyma çekim büyüklüğü, pH değeri, tuz, nitrit, baharat, antioksidan ilaveleri gibi pek çok faktör etki eder (Ensoy, 2004). Lipit oksidasyonu et ve et ürünlerinde kalite bozulmasına neden olan ana nedenlerden bir tanesidir. Ürünün duyusal kalitesini, rengini, tekstürel özelliklerini, kokusunu ve aromasını olumsuz etkiler (Karre ve ark., 2013). Aynı zamanda olgunlaşma sırasında lipitlerde görülen değişiklikler, son ürünün duyusal karakteristiklerini önemli derecede etkilemektedir (Ordonez ve ark. 1999;

Soyer 2005). Serbest yağ asidi oluşumuna sebep olan lipoliz, lipaz ve fosfolipaz olarak adlandırılan spesifik enzimler tarafından gerçekleştirilir. Hem yağ ve kas hücrelerindeki endojen enzimler hem de bakteriyel kaynaklı enzimler lipolisiz oluşumunda etkili olurlar (Ordonez ve ark., 1999; Soyer, 2005).

Diğer taraftan düşük pH değerlerinde lipid oksidasyonunun daha hızlı olduğu da bildirilmiştir (Rhee, 2000; Kuo ve Chen, 2004).

Yapmış olduğumuz çalışmada, yulaf kepeği ilavesi ile TBA değerinin arttığı, yine probiyotik bakteri ilavesinin de TBA değerini arttırdığı, fakat depolama boyunca TBA'da kısmi düşüşün görüldüğü tespit edilmiştir. Kepek, bir lif katkısı olarak diğer çalışmaların bazılarında TBA'yı artırırken, bir kısmında ise TBA değerini düşürmüştür. Bu durum bir kısım çalışmalarda yağı azaltılmış sucukların kullanılmasından ve diğerlerinde kepek veya lif kaynağının biyokimyasal içeriğinin oldukça farklı olmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim, eklenen kepek bünyesinde önemli oranda yağ (%16.52) içeren ve hamura katılmadan önce yüksek sıcaklık uygulaması gören bir organik bileşen olup, burada zaten oksidasyon tetiklenmiş şekilde sucuk hamuruna ilave işlemi gerçekleşmiş olmaktadır. Bununla birlikte, yine birkaç çalışmada da lifsi maddelerin nemi tuttuğu ve su miktarı diğerlerine göre yüksek olan numunelerde su miktarının artmasının oksidasyonu tetiklediği de belirlenmiş, bu durum bizim çalışmamızda da benzer şekilde gözlenmiştir. Yine bakteri ilavesinin TBA değerini artırması doğal bir sonuç olarak yorumlanabilir, çünkü probiyotik bakteriler probiyotik özellikleri nedeni ile oksidasyonu artıran "hidrojen peroksit" üretimi yaparlar. Ayrıca bir kısım bakteriyal enzimlerin de oksidasyonu doğrudan artırabileceği yukardaki çalışmalarda gösterilmiştir. Genel olarak çalışmada elde ettiğimiz TBA değerleri diğer çalışmalara benzer ve biraz düşük olarak bulunmuştur. Bunda yağ oranının önemli etkisi olmakla beraber, kullanılan bileşenlerin farklı olması dolayısıyla fenolik bileşen ve antioksidan içeriği farklı bileşenlerin kullanılmasının bu tür farklılıklara yol açabileceği düşünülmektedir. Araştırıcılar bu tip sonuçların uygulanılan işlemler sırasında biyoaktif bileşiklerin bazı ısısal işlemlere hassas olmaları nedeniyle inaktivayonların olmalarından ileri gelebileceğini belirtmişledir.

4.8. Renk Ölçüm Sonuçları

Yulaf kepeği ilave edilmiş ve farklı probiyotik özellikli bakteri inoküle edilen sucuk numunelerinde depolama süreci boyunca alınan örneklerin kılıfları çıkarıldıktan sonra dış kısmının yatayda orta noktasında *L*, a** ve *b** renk ölçümleri yapılmış, ve yine

orta noktasından alınan kesitin merkezinde (iç kesit yüzey) yine *L**, *a** ve *b** renk değerleri ölçülmüştür.

4.8.1. *L** dış yüzey ölçüm sonuçları

Farklı oranlarda yulaf kepeği eklenen ve çeşitli probiyotik bakteriler ile inoküle edilen sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca dış yüzey *L** değerindeki değişikliğine ilişkin yapılan Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde dış yüzey *L** değerlerinin değişimine ilişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Depolama (A)	2	306,34	153,171	36,80**
Kepek Seviyesi (B)	3	42,32	14,106	3,39*
Probiyotik Suş (C)	3	72,96	24,318	5,84**
AxB	6	47,57	7,928	1,90
AxC	6	44,16	7,360	1,77
BxC	9	101,42	11,269	2,71**
AxBxC	18	146,01	8,112	1,95*
Hata	96	399,57	4,162	
Toplam	143	1160,34		

** p<0.05 seviyesinde önemli, **p<0.01 seviyesinde önemli,*

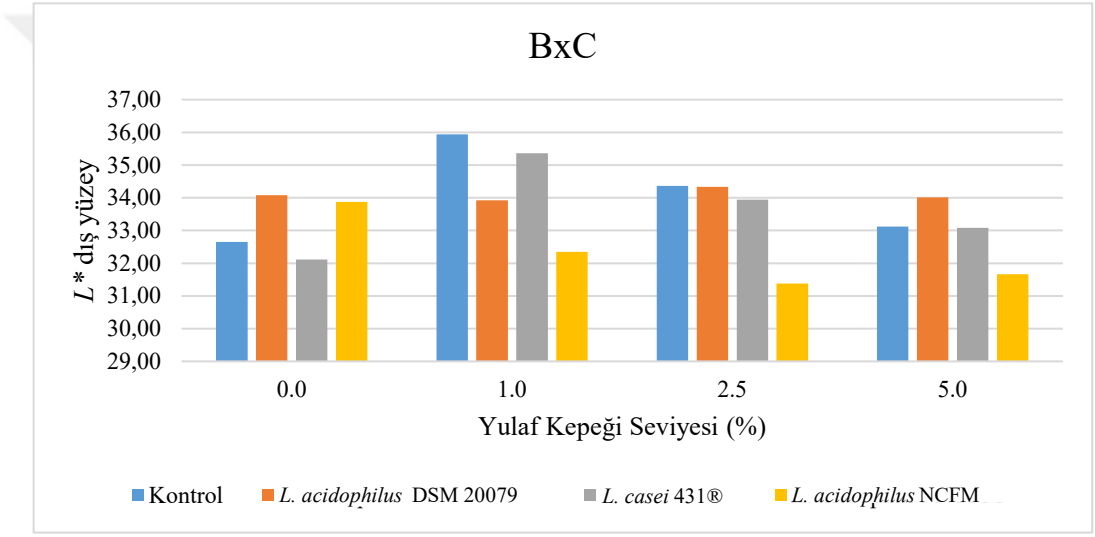
Yapılan Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde sucuk numunelerinin dış yüzey *L** değerleri üzerine depolama x kepek oranı interaksiyonu ve depolama x bakteri çeşidi interaksiyonu hariç, depolama, sucuğa katılan yulaf kepeği miktarı ve inoküle edilen bakteriler ve bunların interaksiyonları istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.15. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilerek depolanmış sucukların sucuk numunelerinin dış yüzey *L** değerlerinin değişimine ilişkin Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçları

Depolama (Gün) – (A)	**n**	***L**** **Değeri**
1. Depolama	48	34.02±2.17 [a]
2. Depolama	48	31.52±2.49[b]
3. Depolama	48	34.98±2.68[a]
Kepek Seviyesi (%) – (B)		
%0 (Kontrol)	36	33.18±2.09[ab]
%1 Yulaf Kepeği	36	34.39±3.51[a]
%2.5 Yulaf Kepeği	36	33.50±3.27[ab]
%5 Yulaf Kepeği	36	32.97±2.12[b]
Probiyotik Suş – (C)		
Kontrol	36	34.01±3.25[a]
L. acidophilus DSM 20079	36	34.08±2.67[a]
L. acidophilus NCFM	36	32.31±2.19[b]
L. casei 431®	36	33.62±2.90[a]
A x B		
1. Depolama x %0 (Kontrol)	12	34.37±1.17
1. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	35.31±2.00
1. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	33.20±3.13
1. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	33.18±1.26
2. Depolama x %0 (Kontrol)	12	31.10±1.29
2. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	31.78±3.26
2. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	31.40±2.47
2. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	31.80±2.80
3. Depolama x %0 (Kontrol)	12	34.06±1.93
3. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	36.07±3.63
3. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	35.89±2.64
3. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	33.92±1.54
AxC		
1. Depolama x Kontrol	12	34.82±2.29
1. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	35.09±1.56
1. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	33.02±2.02
1. Depolama x *L. casei* 431®	12	33.13±2.13
2. Depolama x Kontrol	12	31.32±2.84
2. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	31.53±2.67
2. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	30.74±1.97
2. Depolama x *L. casei* 431®	12	32.50±2.40
3. Depolama x Kontrol	12	35.90±2.80
3. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	35.63±1.55
3. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	33.18±1.81
3. Depolama x *L. casei* 431®	12	35.23±3.48
BxC		
%0 (Kontrol) x Kontrol	9	32.65±2.18[abc]
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* DSM 20079	9	34.07±2.00[abc]
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* NCFM	9	33.87±1.97[abc]
%0 (Kontrol) x *L. casei* 431®	9	32.11±1.86[bc]
%1 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	35.93±4.78[a]
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	33.92±3.14[abc]
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	32.34±2.61[bc]
%1 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	35.36±2.38[ab]
%2.5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	34.36±2.88[abc]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	34.33±3.29[abc]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	31.37±2.40[c]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	33.94±3.87[abc]
%5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	33.12±1.77[abc]
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	34.01±2.56[abc]
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	31.66±0.67[c]
%5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	33.08±2.53[abc]

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır

Yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçlarına göre depolama sürecinde sucuk numunelerinin dış kısmında ölçülen en yüksek *L** değeri depolamanın ikinci periyodunda saptanırken, birinci ve üçüncü depolama periyotlarında *L** değerleri daha düşük tespit edilmiştir. Yulaf kepeği ilavesinde ise %5 oranında ilave edilen numunelerin dış kısmından ölçülen *L** değeri en düşük çıkarken, %1 ilave edilenlerde en yüksek çıkmıştır. Kontrol ve %2.5 oranında YK ilave edilen örnekler ise bu iki değerlerin arasında kalmış ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bir diğer faktör olan bakteri inokülasyonunda ise en düşük *L** değeri *L. acidophilus* NCFM inoküle edilen numunelerde saptanmış, kontrol, *L. casei* 431® *ve L. acidophilus* DSM 20079 inoküle edilmiş örnekler ise birbirine benzer ve daha yüksek bulunmuştur.



Şekil 4.19. Sucuk örneklerinin dış yüzeyine ait *L** değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu

Şekil 4.19'da sucuk örneklerinin dış kısımlarına ait *L** değerleri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu gösterilmiştir. Örneklerin dış kısımlarına ait *L** değerlerinde en yüksek %1 yulaf kepeği ilave edilen kontrol örneklerinde çıkarken, en düşük değer ise *L. acidophilus* NCFM inoküle edilen %2,5 ve %5 seviyelerinde yulaf kepeği ilave edilen sucuk numunelerinde görülmüştür.

4.8.2. *a** dış yüzey ölçüm sonuçları

Farklı oranlarda yulaf kepeği eklenen ve çeşitli probiyotik bakteriler ile inoküle edilen sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca dış yüzey *a** değerindeki değişikliğine ilişkin yapılan Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde dış yüzey *a** değerlerinin değişimine ilişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	**SD**	**KT**	**KO**	**F**
Depolama (A)	2	579,84	289,918	137,29**
Kepek Seviyesi (B)	3	192,44	64,145	30,38**
Probiyotik Suş (C)	3	6,81	2,270	1,08
AxB	6	10,64	1,773	0,84
AxC	6	18,30	3,050	1,44
BxC	9	49,10	5,456	2,58*
AxBxC	18	42,22	2,345	1,11
Hata	96	202,73	2,112	
Toplam	143	1102,07		

** p<0.05 seviyesinde önemli, **p<0.01 seviyesinde önemli*

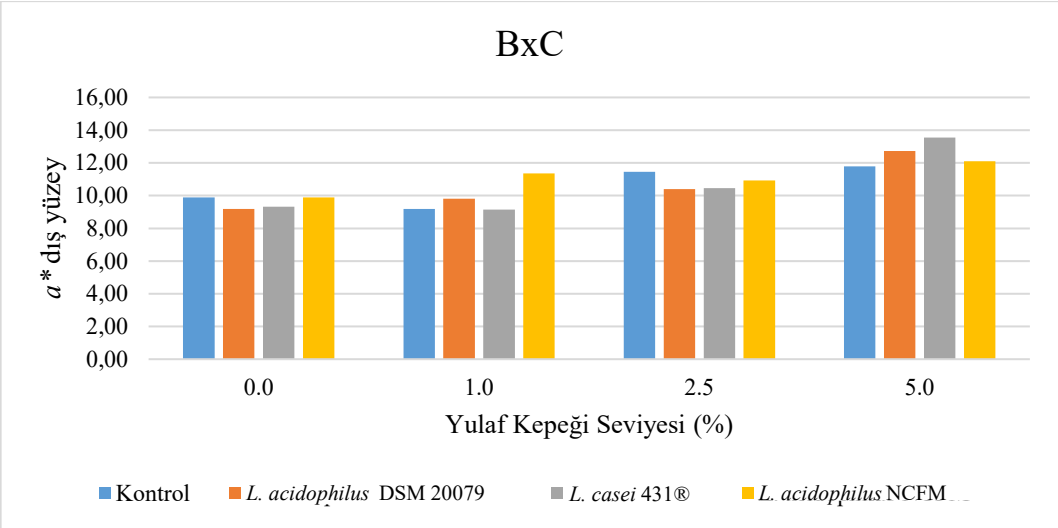
Yapılan Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde sucuk numunelerinin dış kısımlarının *a** değerleri üzerine depolama ve kepek oranı istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuş, kepek oranı x bakteri çeşitleri interaksiyonu ise istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Diğer faktör ve interaksiyonlar istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır. Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçlarına göre depolama sürecinde sucuk numunelerinin dış yüzey *a** değerleri depolama süreci boyunca artmış, yulaf kepeği ilavesi ile düşmüştür. Bakteri çeşitlerinin *a** değeri üzerine önemli bir etkisi ise olmamıştır.

Çizelge 4.17. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilerek depolanmış sucukların sucuk numunelerinin dış yüzey *a** değerlerinin değişimine ilişkin Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçları

Depolama (Gün) – (A)	**n**	***a**** **Değeri**
1. Depolama	48	13.16±2.06[a]
2. Depolama	48	10.68±1.86[b]
3. Depolama	48	8.24±1.83[c]
Kepek Seviyesi (%) – (B)		
%0 (Kontrol)	36	9.57±1.91[c]
%1 Yulaf Kepeği	36	9.87±2.71[c]
%2.5 Yulaf Kepeği	36	10.81±2.71[b]
%5 Yulaf Kepeği	36	12.53±2.74[a]
Probiyotik Suş – (C)		
Kontrol	36	10.57±2.75
L. acidophilus DSM 20079	36	10.52±2.94
L. acidophilus NCFM	36	11.07±2.23
L. casei 431®	36	10.61±3.17
AxB		
1. Depolama x %0 (Kontrol)	12	11.48±1.56
1. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	12.49±1.70
1. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	13.50±1.27
1. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	15.18±1.77
2. Depolama x %0 (Kontrol)	12	9.53±0.79
2. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	9.78±1.49
2. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	10.85±1.62
2. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	12.53±1.79
3. Depolama x %0 (Kontrol)	12	7.69±0.90
3. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	7.34±1.97
3. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	8.06±1.75
3. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	9.89±1.53
AxC		
1. Depolama x Kontrol	12	13.16±1.47
1. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	13.07±2.35
1. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	13.36±1.48
1. Depolama x *L. casei* 431®	12	13.05±2.87
2. Depolama x Kontrol	12	10.68±1.83
2. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	10.78±1.98
2. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	10.40±1.36
2. Depolama x *L. casei* 431®	12	10.84±2.34
3. Depolama x Kontrol	12	7.88±1.82
3. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	7.72±1.53
3. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	9.44±1.63
3. Depolama x *L. casei* 431®	12	7.94±1.98
BxC		
%0 (Kontrol) x Kontrol	9	9.89±2.45[cd]
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* DSM 20079	9	9.17±2.01[d]
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* NCFM	9	9.89±1.55[cd]
%0 (Kontrol) x *L. casei* 431®	9	9.31±1.77[d]
%1 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	9.18±2.90[d]
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	9.80±2.43[cd]
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	11.36±2.85[abcd]
%1 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	9.15±2.48[d]
%2.5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	11.46±2.75[abcd]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	10.39±2.82[bcd]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	10.92±2.17[bcd]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	10.45±3.33[bcd]
%5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	11.78±2.41[abc]
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	12.73±3.44[ab]
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	12.09±1.90[abc]
%5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	13.54±3.10[a]

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.



Şekil 4.20. Sucuk örneklerinin dış yüzeyine ait *a** değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu

Şekil 4.20'de sucuk örneklerinin dış kısımlarına ait *a** değerleri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu gösterilmiştir. Örneklerin dış kısımlarına ait *a** değerlerinde en yüksek %5 yulaf kepeği ilave edilen ve *L. casei* 431® inoküle edilen sucuk örneklerinde bulunmuştur.

4.8.3. *b** dış yüzey ölçüm sonuçları

Farklı oranlarda yulaf kepeği eklenen ve çeşitli probiyotik bakteriler ile inoküle edilen sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca dış yüzey *b** değerindeki değişikliğine ilişkin yapılan Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde dış yüzey *b** değerlerinin değişimine ilişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Depolama (A)	2	191,896	95,948	38,14**
Kepek Seviyesi (B)	3	80,507	26,836	10,67**
Probiyotik Suş (C)	3	4,888	1,629	0,65
AxB	6	18,585	3,097	1,23
AxC	6	7,205	1,201	0,48
BxC	9	27,650	3,072	1,22
AxBxC	18	65,744	3,652	1,45
Hata	96	241,522	2,516	
Toplam	143	637,997		

** p<0.05 seviyesinde önemli, **p<0.01 seviyesinde önemli*

Yapılan Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde sucuk numunelerinin dış yüzey *b** değerleri üzerine depolama ve kepek oranı istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuş, diğer faktör ve interaksiyonlar istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır.

Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.19.'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilerek depolanmış sucukların dış yüzey *b** değerlerinin değişimine ilişkin Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçları

Depolama (Gün) – (A)	**n**	***b**** **Değeri**
1. Depolama	48	7.17±1.70[a]
2. Depolama	48	7.50±2.10[a]
3. Depolama	48	4.90±1.46 [b]
Kepek Seviyesi (%) – (B)		
%0 (Kontrol)	36	5.57±1.71[c]
%1 Yulaf Kepeği	36	6.15±1.67[bc]
%2.5 Yulaf Kepeği	36	6.79±2.10[ab]
%5 Yulaf Kepeği	36	7.58±2.39[a]
Probiyotik Suş – (C)		
Kontrol	36	6.343±1.79
L. acidophilus DSM 20079	36	6.340±1.96
L. acidophilus NCFM	36	6.687±2.10
L. casei 431®	36	6.730±2.58
AxB		
1. Depolama x %0 (Kontrol)	12	6.14±1.24
1. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	6.34±1.24
1. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	8.14±1.33
1. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	8.07±1.91
2. Depolama x %0 (Kontrol)	12	6.23±1.98
2. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	7.37±1.63
2. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	7.43±1.96
2. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	8.96±2.10
3. Depolama x %0 (Kontrol)	12	4.35±1.18
3. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	4.73±0.93
3. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	4.82±1.34
3. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	5.71±2.01
AxC		
1. Depolama x Kontrol	12	6.79±1.16
1. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	7.40±2.00
1. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	7.07±1.61
1. Depolama x *L. casei* 431®	12	7.42±2.02
2. Depolama x Kontrol	12	7.48±1.51
2. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	6.93±1.31
2. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	7.70±2.50
2. Depolama x *L. casei* 431®	12	7.89±2.84
3. Depolama x Kontrol	12	4.76±1.30
3. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	4.69±1.50
3. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	5.29±1.41
3. Depolama x *L. casei* 431®	12	4.87±1.74
BxC		
%0 (Kontrol) x Kontrol	9	5.31±1.48
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* DSM 20079	9	5.41±0.87
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* NCFM	9	6.05±1.16
%0 (Kontrol) x *L. casei* 431®	9	5.53±2.86
%1 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	6.26±1.29
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	5.78±1.31
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	6.86±2.15
%1 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	5.68±1.80
%2.5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	6.98±1.92
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	6.96±2.17
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	6.21±2.04
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	7.03±2.50
%5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	6.81±1.96
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	7.20±2.73
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	7.63±2.77
%5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	8.68±1.96

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.

Yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçlarına göre depolama sürecinde sucuk numunelerinin dış yüzey *b** değerleri depolama süreci boyunca azalmış, yulaf kepeği ilavesi ile de artmıştır. Bakteri çeşitlerinin *b** değeri üzerine önemli bir etkisi ise olmamıştır.

4.8.4. *L** iç kesit yüzey ölçüm sonuçları

Farklı oranlarda yulaf kepeği eklenen ve çeşitli probiyotik bakteriler ile inoküle edilen sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca iç kesit yüzey *L** değerlerindeki değişikliğine ilişkin yapılan Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde iç kesit yüzey *L** değerlerinin değişimine ilişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Depolama (A)	2	112,59	56,295	10,95**
Kepek Seviyesi (B)	3	399,75	133,251	25,92**
Probiyotik Suş (C)	3	13,61	4,538	0,88
AxB	6	33,60	5,599	1,09
AxC	6	67,03	11,172	2,17
BxC	9	108,02	12,002	2,33*
AxBxC	18	138,45	7,692	1,50
Hata	96	493,47	5,140	
Toplam	143	1366,52		

** p<0.05 seviyesinde önemli, **p<0.01 seviyesinde önemli*

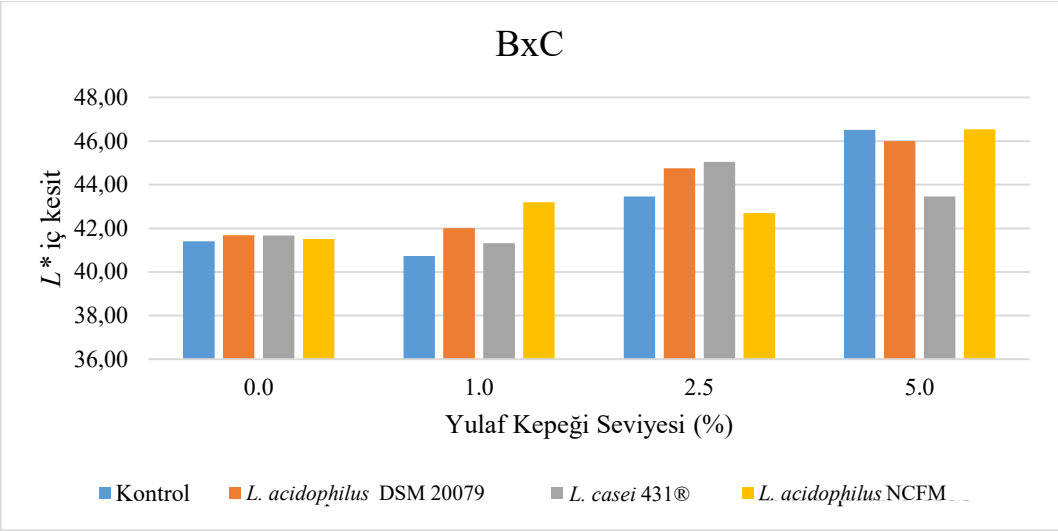
Yapılan Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde sucuk numunelerinin iç kesit yüzey *L** değerleri üzerine depolama ve kepek seviyesi istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$), kepek seviyesi x bakteri çeşidi ise önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Diğer faktör ve interaksiyonlar ise önemsiz çıkmıştır. Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçlarına göre depolama sürecinde sucuk numunelerinin iç kesit yüzeyinde ölçülen en yüksek *L** değeri depolamanın üçüncü periyodunda saptanırken, birinci ve ikinci depolama periyotlarında *L** değerleri daha düşük tespit edilmiştir. Yulaf kepeği ilavesinde ise yulaf kepeği ilave edildikçe *L** değeri istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0.01$) artış göstermiştir. Bir diğer faktör olan bakteri inokülasyonunda *L** değeri üzerinde önemli bir değişiklik oluşturmamıştır.

Çizelge 4.21. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilerek depolanmış sucukların iç kesit yüzey *L** değerlerinin değişimine ilişkin Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçları

Depolama (Gün) – (A)	**n**	***L** Değeri**
1. Depolama	48	42.87±2.75[b]
2. Depolama	48	42.40±3.15[b]
3. Depolama	48	44.47±3.01[a]
Kepek Seviyesi (%) – (B)		
%0 (Kontrol)	36	41.56±3.23[c]
%1 Yulaf Kepeği	36	41.81±2.20[c]
%2.5 Yulaf Kepeği	36	43.98±2.24[b]
%5 Yulaf Kepeği	36	45.62±2.70[a]
Probiyotik Suş - (C)		
Kontrol	36	43.02±3.15
L. acidophilus DSM 20079	36	43.60±2.49
L. acidophilus NCFM	36	43.48±3.49
L. casei 431®	36	42.87±3.20
AxB		
1. Depolama x %0 (Kontrol)	12	41.71±4.14
1. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	41.51±1.37
1. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	43.79±1.66
1. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	44.45±1.88
2. Depolama x %0 (Kontrol)	12	39.81±2.02
2. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	41.00±2.52
2. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	43.11±2.14
2. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	45.69±2.39
3. Depolama x %0 (Kontrol)	12	43.16±2.41
3. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	42.93±2.24
3. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	45.05±2.55
3. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	46.73±3.32
AxC		
1. Depolama x Kontrol	12	42.03±1.88
1. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	42.84±2.31
1. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	42.61±2.83
1. Depolama x *L. casei* 431®	12	43.98±3.64
2. Depolama x Kontrol	12	42.61±4.31
2. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	43.44±1.88
2. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	42.34±2.87
2. Depolama x *L. casei* 431®	12	41.22±3.08
3. Depolama x Kontrol	12	44.43±2.46
3. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	44.54±3.04
3. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	45.49±3.99
3. Depolama x *L. casei* 431®	12	43.41±2.27
BxC		
%0 (Kontrol) x Kontrol	9	41.40±2.97[cd]
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* DSM 20079	9	41.68±0.62[cd]
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* NCFM	9	41.50±3.28[cd]
%0 (Kontrol) x *L. casei* 431®	9	41.66±5.06[cd]
%1 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	40.73±1.89[d]
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	42.01±1.60[cd]
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	43.19±2.43[abcd]
%1 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	41.32±2.32[cd]
%2.5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	43.45±1.11[abcd]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	44.75±2.32[abc]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	42.70±3.07[bcd]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	45.04±1.34[abc]
%5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	46.51±2.66[a]
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	45.99±1.98[ab]
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	46.54±3.40[a]
%5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	43.45±1.39[abcd]

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.



Şekil 4.21. Sucuk örneklerinin iç kesit yüzeylerine ait *L** değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu

Şekil 4.21'de sucuk örneklerinin iç kesit yüzeyine ait *L** değerleri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu gösterilmiştir. Örneklerin iç kesit yüzeyine ait *L** değerlerinde en yüksek *L. acidophilus* NCFM inoküle edilen ve %5 yulaf kepeği ilave edilen grup ile %5 seviyesinde yulaf kepeği ihtiva eden kontrol grubunda bulunmuştur.

4.8.5. *a** iç kesit yüzey ölçüm sonuçları

Farklı oranlarda yulaf kepeği eklenen ve çeşitli probiyotik bakteriler ile inoküle edilen sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca iç kesit yüzey *a** değerindeki değişikliğine ilişkin yapılan Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde iç kesit yüzey *a** değerlerinin değişimine ilişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Depolama (A)	2	959,84	479,918	411,84**
Kepek Seviyesi (B)	3	45,57	15,190	13,04**
Probiyotik Suş (C)	3	1,41	0,471	0,40
AxB	6	18,18	3,030	2,60*
AxC	6	8,64	1,440	1,24
BxC	9	46,48	5,164	4,43**
AxBxC	18	48,77	2,709	2,33**
Hata	96	111,87	1,165	
Toplam	143	1240,75		

** p<0.05 seviyesinde önemli, **p<0.01 seviyesinde önemli*

Yapılan Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde sucuk numunelerinin iç kısımlarının *a** değerleri üzerine depolama, kepek oranı, kepek oranı x bakteri çeşitleri interaksiyonu ve her üç faktörün interaksiyonu istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuş, depolama x kepek oranı interaksiyonu ise istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Diğer faktör ve interaksiyonlar istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır.

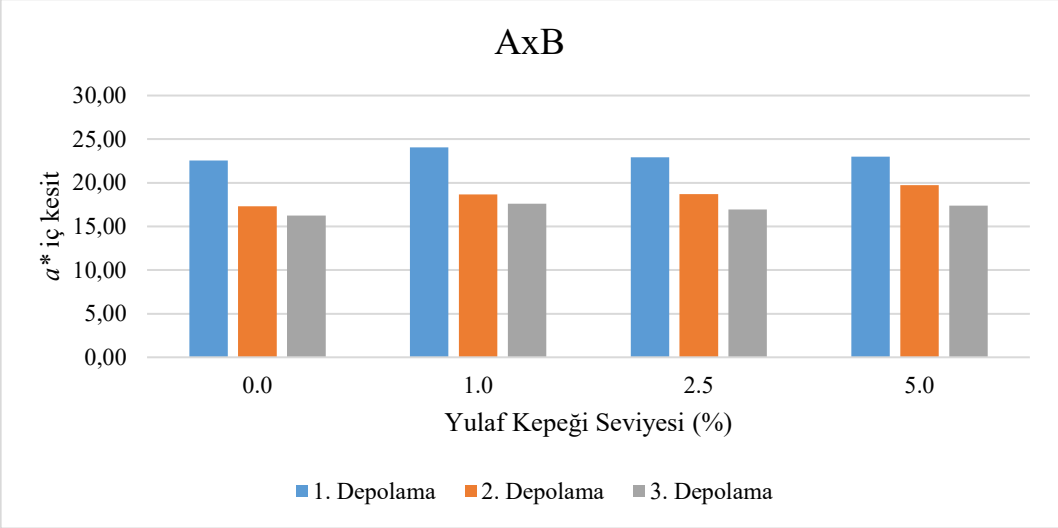
Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.23'de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilerek depolanmış sucukların iç kesit yüzey *a** değerlerinin değişimine ilişkin Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçları

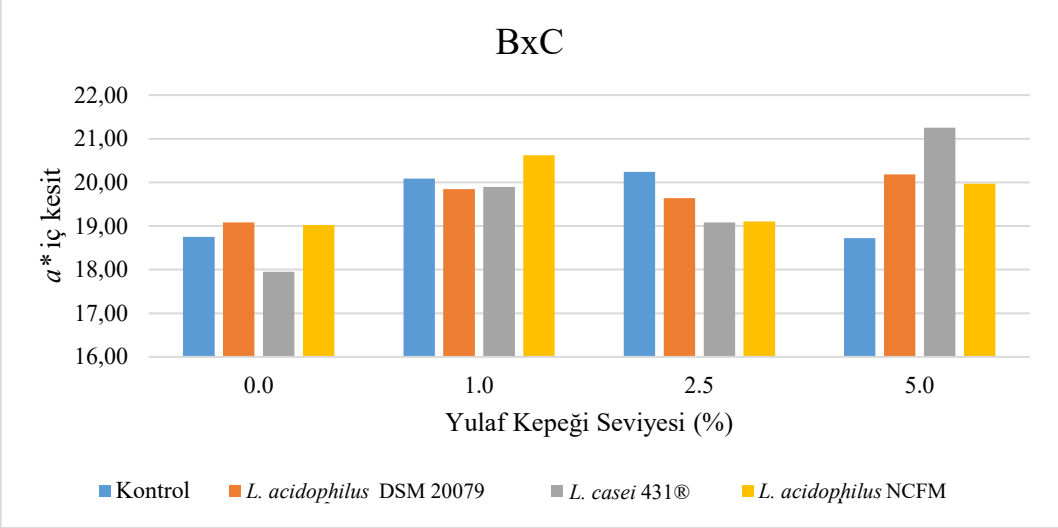
Depolama (Gün) – (A)	**n**	***a**** **Değeri**
1. Depolama	48	23.12±1.34[a]
2. Depolama	48	18.60±1.70[b]
3. Depolama	48	17.04±1.12[c]
Kepek Seviyesi (%) – (B)		
%0 (Kontrol)	36	18.70±2.93[b]
%1 Yulaf Kepeği	36	20.11±3.03[a]
%2.5 Yulaf Kepeği	36	19.51±2.91[a]
%5 Yulaf Kepeği	36	20.03±2.79[a]
Probiyotik Suş – (C)		
Kontrol	36	19.45±3.11
L. acidophilus DSM 20079	36	19.68±2.89
L. acidophilus NCFM	36	19.67±2.95
L. casei 431®	36	19.54±2.92
AxB		
1. Depolama x %0 (Kontrol)	12	22.54±1.20[b]
1. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	24.06±0.94[a]
1. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	22.92±1.45[ab]
1. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	22.99±1.37[ab]
2. Depolama x %0 (Kontrol)	12	17.31±0.74[de]
2. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	18.66±1.20[cd]
2. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	18.71±1.71[cd]
2. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	19.73±2.06[c]
3. Depolama x %0 (Kontrol)	12	16.25±0.83[e]
3. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	17.61±0.93[de]
3. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	16.92±1.10[e]
3. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	17.37±1.18[de]
AxC		
1. Depolama x Kontrol	12	23.39±1.14
1. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	23.05±1.07
1. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	23.12±1.93
1. Depolama x *L. casei* 431®	12	22.95±1.21
2. Depolama x Kontrol	12	18.33±1.53
2. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	19.05±1.83
2. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	18.40±1.54
2. Depolama x *L. casei* 431®	12	18.61±1.98
3. Depolama x Kontrol	12	16.62±0.50
3. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	16.95±1.12
3. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	17.51±1.34
3. Depolama x *L. casei* 431®	12	17.07±1.25
BxC		
%0 (Kontrol) x Kontrol	9	18.74±2.99[cd]
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* DSM 20079	9	19.08±2.78[bcd]
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* NCFM	9	19.02±3.65[bcd]
%0 (Kontrol) x *L. casei* 431®	9	17.95±2.59[d]
%1 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	20.08±3.60[abc]
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	19.84±2.97[abc]
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	20.62±3.11[ab]
%1 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	19.89±2.89[abc]
%2.5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	20.24±3.13[abc]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	19.64±3.18[abcd]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	19.10±2.42[bcd]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	19.08±3.19[bcd]
%5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	18.72±2.91[cd]
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	20.18±3.03[abc]
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	19.97±2.69[abc]
%5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	21.25±2.38[a]

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır

Yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçlarına göre depolama sürecinde sucuk numunelerinin iç kesit yüzeyinde ölçülen *a** değerleri depolama süreci boyunca artmış, yulaf kepeği ilavesinde ise en düşük *a** değeri kontrolde bulunurken eklenen yulaf kepekleri kontrolden fazla fakat oransal bir etki göstermemiştir. Bakteri çeşitlerinin *a** değeri üzerine önemli bir etkisi ise olmamıştır.



Şekil 4.22. Sucuk örneklerinin iç kesit yüzeyine ait *a** değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu



Şekil 4.23. Sucuk örneklerinin iç kesit yüzeyine ait *a** değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu

Şekil 4.22'de sucuk örneklerinin iç kesit yüzeyine ait *a** değerleri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu gösterilmiş olup, grafikte görüldüğü üzere depolama süreci boyunca *a** değeri azalmıştır. Şekil 4.23'te sucuk örneklerinin iç kesit yüzeyine ait *a** değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu gösterilmiştir. En düşük *a** değeri *L. casei* 431® inoküle edilmiş yulaf

kepeği içermeyen sucuk numunelerde görünürken, *L. casei* 431® inoküle edilmiş ve %5 seviyesinde yulaf kepeği içeren sucuk numunelerinin *a** değeri ise en yüksek çıkmıştır.

4.8.6. *b** iç kesit yüzey ölçüm sonuçları

Farklı oranlarda yulaf kepeği eklenen ve çeşitli probiyotik bakteriler ile inoküle edilen sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca iç kesit yüzey *b** değerindeki değişikliğine ilişkin yapılan Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde iç kesit yüzey *b** değerlerinin değişimine ilişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Depolama (A)	2	1180,92	590,462	137,17**
Kepek Seviyesi (B)	3	151,14	50,381	11,70**
Probiyotik Suş (C)	3	26,47	8,824	2,05
AxB	6	35,78	5,963	1,39
AxC	6	43,99	7,331	1,70
BxC	9	67,12	7,457	1,73
AxBxC	18	189,81	10,545	2,45**
Hata	96	413,24	4,305	
Toplam	143	2108,46		

** $p<0.05$ seviyesinde önemli, ** $p<0.01$ seviyesinde önemli*

Yapılan Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde sucuk numunelerinin iç kısımlarının *b** değerleri üzerine depolama, kepek oranı ve 3 faktörün interaksiyonu istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuş, diğer faktör ve interaksiyonlar istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır. Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.25'de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilerek depolanmış sucukların iç kesit yüzey *b** değerlerinin değişimine ilişkin Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçları

Depolama (Gün) – (A)	**n**	***b**** **Değeri**
1. Depolama	48	22.85±2.19[a]
2. Depolama	48	18.57±2.98[b]
3. Depolama	48	15.90±2.44[c]
Kepek Seviyesi (%) – (B)		
%0 (Kontrol)	36	17.75±3.38[c]
%1 Yulaf Kepeği	36	18.85±3.72[bc]
%2.5 Yulaf Kepeği	36	19.21±4.21[b]
%5 Yulaf Kepeği	36	20.62±3.58[a]
Probiyotik Suş – (C)		
Kontrol	36	18.48±4.16
L. acidophilus DSM 20079	36	19.24±3.35
L. acidophilus NCFM	36	19.67±3.85
L. casei 431®	36	19.05±4.00
AxB		
1. Depolama x %0 (Kontrol)	12	21.72±2.58
1. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	22.88±1.33
1. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	23.22±2.40
1. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	23.59±2.07
2. Depolama x %0 (Kontrol)	12	16.29±1.24
2. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	18.34±1.79
2. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	18.85±3.70
2. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	20.81±2.89
3. Depolama x %0 (Kontrol)	12	15.24±1.34
3. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	15.35±2.78
3. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	15.56±2.21
3. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	17.45±2.73
AxC		
1. Depolama x Kontrol	12	22.49±2.15
1. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	22.39±1.04
1. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	23.02±2.85
1. Depolama x *L. casei* 431®	12	23.50±2.43
2. Depolama x Kontrol	12	18.21±2.94
2. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	19.59±3.01
2. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	18.93±3.18
2. Depolama x *L. casei* 431®	12	17.56±2.77
3. Depolama x Kontrol	12	14.73±2.97
3. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	15.73±1.11
3. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	17.05±2.95
3. Depolama x *L. casei* 431®	12	16.07±1.91
BxC		
%0 (Kontrol) Kontrol	9	17.27±2.71
%0 (Kontrol) *L. acidophilus* DSM 20079	9	18.09±2.92
%0 (Kontrol) *L. acidophilus* NCFM	9	17.93±3.08
%0 (Kontrol) *L. casei* 431®	9	17.71±4.92
%1 Yulaf Kepeği Kontrol	9	17.60±4.92
%1 Yulaf Kepeği *L. acidophilus* DSM 20079	9	18.97±2.68
%1 Yulaf Kepeği *L. acidophilus* NCFM	9	20.54±3.66
%1 Yulaf Kepeği *L. casei* 431®	9	18.30±3.22
%2.5 Yulaf Kepeği Kontrol	9	19.94±5.39
%2.5 Yulaf Kepeği *L. acidophilus* DSM 20079	9	19.41±3.50
%2.5 Yulaf Kepeği *L. acidophilus* NCFM	9	18.38±4.59
%2.5 Yulaf Kepeği *L. casei* 431®	9	19.10±3.73
%5 Yulaf Kepeği Kontrol	9	19.09±3.11
%5 Yulaf Kepeği *L. acidophilus* DSM 20079	9	20.47±4.22
%5 Yulaf Kepeği *L. acidophilus* NCFM	9	21.82±3.10
%5 Yulaf Kepeği *L. casei* 431®	9	21.08±3.78

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır

Yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçlarına göre depolama sürecinde sucuk numunelerinin iç kesit yüzeyinde ölçülen *b** değerler depolama süreci boyunca azalmış, yulaf kepeği ilavesi ile de artmıştır. Bakteri çeşitlerinin *b** değeri üzerine önemli bir etkisi ise olmamıştır.

Yapılan bu çalışmada, sucuk numunelerinin dış yüzey rengi ile iç kesit yüzeyinden alınan renk değerleri incelenmiştir. Fakat literatürde çoğunlukla renk değerlerinin okunuşunda seçilen bölge net olarak ifade edilmemiştir. Aşağıda sırası ile *L*, a** ve *b** değerlerine ait karşılaştırmalar ve tartışmalar yer almaktadır.

***L** değeri incelendiğinde;*

Çevik (2012), %10 ve %20 yağ içeren kontrol ve aynı oranlarda starter kültür ilave edilmiş sucuk örneklerinde kontrol grubunun *L** değerini 43-49 aralığında, starter kültür ilaveli örneklerde ise *L** değerini 42-50 aralığında belirlemiştir. Depolama aşamasında 30. günde ölçülen *L** değerlerinde starter kültürlü örneklerin *L** değerini daha da azalttığı tespit edilmiştir. Gök (2006), çeşitli doğal antioksidan madde kullanarak ürettiği sucuk örneklerini +4 °C'de buzdolabı koşullarında 90 günlük depolama işlemine tabi tutmuştur. Araştırmacı depolama işlemi boyunca *L** değerlerinin sürekli olarak düştüğünü ve sucuk grupları arasındaki faklılığın önemli olduğunu rapor etmiştir. Bu düşüşün, kuruma sırasındaki nem kaybı ve depolama işlemi esnasında meydana gelen oksidasyondan kaynaklanabileceğini rapor etıniştir. Dalmış (2007) yaptığı çalışmada, %20 yağ oranı ve starter kültür kullanarak ürettiği sucuk örneklerini 90 günlük depolama işlemine tabi tutulmuş ve depolama işlemi sonunda sucuk örneklerinin *L** değerlerinin 41.87 ile 42.53 aralığında olduğunu rapor etmiştir. Yine depolama işlemi süresince *L** değerlerinin azalma eğilimi gösterdiğini rapor etmiştir.

Ekşi (2011), farklı oranlarda kaşar peyniri ilave edilmiş sucuklarda yaptığı çalışmada *L** değeri kontrol grubunda 39.92 olarak bulunurken, %3, %6 ve %9 kaşar peyniri ilave edilmiş sucuklarda sırası ile 38.74, 37.64 ve 36.37 olduğunu belirlemiştir.

Demir (2013) fermente sucukta şalgam suyu ve nitrit etkisini görmek üzere yaptığı çalışmada, başlangıç değerlerini kontrol, 3 grup şalgam suyu ve nitrit içeren örneklerde sırasıyla başlangıç *L** değerleri 43.78, 44.31, 44.89, 44.71 ve 43.06 olarak bulmuştur. 30. gün *L** değerleri ise sırasıyla 42.79, 41.48, 41.50, 41.76 ve 41.64 olarak tespit edilmiştir.

Ergönül ve ark. (2009), sucuk örnekleriyle yaptığı çalışmada *L** değerlerini 46.90, 46.37 ve 46.61 olarak bulmuştur. Bir ay sonra bu değerler sırasıyla, 45.45, 46.41, 44.84 olarak değişim göstermiştir.

Aksan (2005) sucuk örneklerine ilave edilen katkı maddelerinin renk değerine etkisini araştırdığı çalışmada, sucuk örneklerinin *L** değerlerini 30. günde 45.77 ile 51.22 arasında olduğunu saptamıştır.

Şimşek (2010) turşu suyu ilavesinin fermente sucuk üzerine etkisini incelediği çalışmada, starter kültür ilavesinin *L** değerini kısmen arttırdığı, yine 30 günlük depolama sürecinde de *L** değerinin depolama süreci boyunca arttığını tespit etmiştir.

Ensoy (2004), fermantasyon işlemi sonrasında sucukların *L** değerlerinde artış gözlemiş, fermantasyon sonrası süreçte 30. gün depolama da *L** değerinin düştüğünü gözlemlemiştir. Üren ve Babayiğit (1997) ürettikleri Türk sucuklarının *L** değerinin fermantasyon işlemi sonrasında arttığını rapor etmişlerdir. Gimeno vd (2000) yaptıkları araştırmada kuru fermente sucukların *L** değerinin 46.87-54.29 aralığında olduğunu rapor etmişlerdir.

Gök (2006) yapmış olduğu araştırmada, sucuk örneklerinin fermantasyon boyunca *L** değerinin arttığını, sonraki dönemde ise *L** değerinde sürekli düşüşün yaşandığını bulmuştur. İlk gün itibari ile 48-50 *L** değerine sahip numuneler, 30. günde 44-46 aralığında olduğu gösterilmiştir.

Bağdatlı (2013) yapmış olduğu çalışmada, sucuk örneklerinin üretim sonrası *L** değerlerinin düştüğünü belirlemiştir.

Yalınkılıç (2009), portakal lifi ekleyerek ürettiği sucuklarda, lif ekledikçe *L** değerinin arttığını tespit etmiştir.

Uz (2008), az yağlı sucuğa ilave ettiği buğday kepeğinin sucuğun *L** değerini oransal olarak kepek ilavesi ile arttığını tespit etmiştir.

Steenblock ve ark. (2001) Bologna ve Frankfurter tipi sucuklara ilave ettikleri yulaf lifinin etkisini inceledikleri çalışmada, Bologna tipi sucukların *L** değerinin ilave edilen yulaf lifi ile arttığını, Frankfurter sucuklarda ise dış yüzey renginin ve iç kesit renginin yüksek absorbsiyon özellikli yulaf lifi ilave edilen örneklerde arttığını tespit etmişlerdir.

Et ve et ürünlerinde *L** değeri renk değişimi için en belirgin gösterge kabul edilmektedir (Gimeno ve ark., 2000). *L** değerinde süreye bağlı düşüş yaşanması oksidasyona bağlı esmerleşme reaksiyonları ile de açıklanabilir (Bozkurt ve Bayram, 2006).

Yapılan bu çalışmada, sucuk numunelerinin genelinde ölçülen *L** değerleri diğer çalışmalarda bulunan aralıklar içerisinde bulunmuştur. Kesit yüzeyinde ölçülen *L** değerlerinde ise ilave edilen kepek seviyesine bağlı bir artışın olduğu görülmüş,

hammaddeye göre daha açık renkte olan yulaf kepeğinin ilavesinin diğer çalışmalarda olduğu şekilde *L** değerini yükselttiği, yani parlaklığı artırdığı düşünülmüştür. Bakteri inokülasyonunun sucuk kesitinde ölçülen *L** değerleri üzerine önemli bir etkisi olmamıştır. İç kısımdan ölçülen *L** değerleri depolama sürecinde ilk 15 günde önemli bir etki göstermemiş, 30. günde ise artmış olup, bu durum da yine bazı çalışmalarda benzer şekilde sonuçlanmıştır. Dış yüzeyde *L** değerleri fermantasyondan sonraki süreçte 15. günde azalmış, 30. günde ise kısmi bir artış gözlenmiştir. Bakterilerin üremesini devam ettirdiği ve besin elementlerini yoğun şekilde kullandığı dönemde oksidasyonun da kısmen arttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte numunelerde gözlemlediğimiz dışarıdan içeriye doğru bir kurumanın gerçekleşmesidir. Kurumaya bağlı olarak *L** değerinin düşebileceği literatürlerde de bildirilmiştir. Daha sonraki artışın ise bakterilerin uçucu olmayan çeşitli metabolitleri üretmelerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Gøtterup ve ark. (2008) starter kültürlü fermente sucukların renkleri üzerine yaptığı çalışmada, fermente sucuklarda, pigment oksidasyonu çalışmasının, ürünlerdeki redoks potansiyelini etkileyen birçok faktörden dolayı oldukça zor olduğu ve depolama ve perakende satıştaki sucukların renk stabilitesi üzerine starter kültürünün etkisi ise neredeyse hiçbir şey bilinmeyen çok karmaşık bir ürün durumunda olduğunu bildirmiştir.

a* değeri incelendiğinde;

Ekşi (2011) farklı oranlarda kaşar peyniri ilave edilmiş sucuklarda yaptığı çalışmada, *a** değerini kontrol grubunda 12.18 olarak bulurken, %3, %6 ve %9 kaşar peyniri ilave edilmiş sucuklarda ise sırasıyla, 14.18, 12.75 ve 11.57 olarak tespit etmiştir. Uz (2008), farklı oranlarda kepek ilave edilmiş sucukların *a** değerini kontrol grubunda 14.26, %3, %6 ve %9 kepek ilave edilmiş sucuklarda sırasıyla, 13.11, 12.64 ve 12.47 olarak tespit etmiştir.

Kaban ve Kaya (2007) iki tip bakteri suşlarının sucuğun duyusal özellikleri ve renk değerleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, sucuk örneklerinin *a** değerini 13.51 ile 17.44 aralığında belirlemişlerdir.

Şimşek (2010), depolamanın başında *a** değerleri kontrol grubunda 6.59 , starter ilaveli grupta 6.04 ve turşu suyu ilaveli gruplarda ortalama 10.45 olduğunu belirlerken, depolamanın sonunda bu değerler sırasıyla 7.37, 7.53 ve 10.61 olarak belirlenmiştir.

Ensoy (2004), geleneksel yöntem ile üretilen sucukların fermantasyon işlemi sonrasında *a** değerinin K, S1 ve S2 grupları için sırasıyla, 16.55, 16.67 ve 16.79 olarak saptamıştır. 30. güne kadar bazı grupların *a** değeri düşmüş, bazıları ise artmıştır. Üren

ve Babayiğit (1997) yapmış oldukları çalışmada, Türk sucuklarının *a** değerlerinin 13.0 civarında olduğunu rapor etmişlerdir.

Bağdatlı (2013), sucuk numunelerinin fermantasyondan sonra *a** değerlerini 12.96 – 15.08 aralığından 13.86-15.74 aralığına yükseldiğini belirlemiştir.

Sayas-Barberá ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada, *L. casei* ilave edilmiş *Longaniza de Pascua* isimli İspanyol fermente sosislerine ait ortalama *a** değerlerini 0., 1., 3., 6. ve 8. günlerde sırasıyla, 4.11, 6.49, 6.68, 13.04 ve 8.82 olarak belirlemişlerdir.

Yalınkılıç (2009) portakal lifi eklediği çalışmada, olgunlaştırma boyunca *a** değerinin arttığı, fakat lif ilavesi ile birlikte *a** değerinin düştüğünü gözlemlemiştir.

Çoksever (2009) farklı oranlarda ve çeşitte turunç albedoları ilave edilerek üretmiş olduğu sucukların *a** değerini incelediği çalışmasında, zamana bağlı olarak *a** değerinin arttığını, eklenen albedoların da *a** değerinde orana bağlı değişim gösterdiğini belirlemiştir.

Şimşek (2010), turşu suyu ilave edilmiş fermente sucukların *a** değerlerinin kontrolde ve starter kültür ilave edilmiş örneklerde starter ilavesinin *a** değerini düşürdüğünü belirlemiştir.

Steenblock ve ark. (2001) Bologna ve Frankfurter tipi sucuklara ilave ettikleri yulaf lifinin etkisini inceledikleri çalışmada, bologna tipi sucukların *a** değerinin ilave edilen yulaf lifi ile kısmen azaldığını, Frankfurter sucuklarda ise dış yüzey renginin yulaf lifi ilave edilen örneklerde arttığını, iç kesit renginin ise azaldığını tespit etmişlerdir.

Yapılan bu çalışmada, sucuk numunelerinin hem dış yüzeyinden hem de iç kesiti yüzeyinden ölçülen *a** değerlerinin benzer sonuç verdiği görülmüştür. Kesit yüzeyinde ölçülen *a** değerleri, dış yüzeyde ölçülenlere kıyasla beklenildiği şekilde daha yüksek çıkmıştır. Depolama sürecinde *a** değeri her iki bölgeden yapılan ölçümlerde düştüğü belirlenmiş, eklenen probiyotik bakterilerin *a** değeri üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Depolamada oluşan azalma nitrosomyoglobinin mikrobiyal ve enzimatik yolla parçalanması ile ilişkilendirilebilir (Papadima ve Bloukas, 1999). Bir başka araştırmada, depolamanın ilk günlerinde nitrojen ile myoglobinin etkileşime girerek kırmızı bir pigment oluşturması ile *a** değerinin yükseldiği, ancak depolama süresinin uzaması ile renk pigmentlerinin denatüre olması sebebi ile *a** değerinin azaldığı tespit edildiği ifade edilmiş, yine araştırmacılar kırmızı renkte meydana gelen azalmanın, sucukta renk pigmenti olan oksimyoglobin miktarının, depolama süresi arttıkça azalması sonucu olduğunu vurgulamışlardır (Kayaardı ve Gök, 2004; Aksan, 2005). Benzer bir durumun çalışmamızda da gerçekleşmiş olabileceği düşünülmüştür. Çalışmamızda yulaf

kepeği ilavesi ise *a** değerini her iki grupta da yükseltmiştir. Meydana gelen bu yükseliş, nitrosomyoglobin oluşumu ve nem kaybı ile artan heme pigmenti konsantrasyonu ile açıklanabilir (Papadima ve Bloukas, 1999; Sayas-Barberá ve ark., 2012). Pérez-Alvarez ve ark. (1999) *a** değerindeki artışı nitrozomyoglobin oluşumu ve su içeriğindeki azalmanın bir sonucu olarak rapor etmiş, sonraki düşüşü ise laktik asit üretimiyle birlikte nitrozomyoglobinin tam veya kısmi denatürasyona uğraması şeklinde açıklamıştır.

Bu durumun dışında et ve et ürünleri üzerine araştırma yapan pek çok araştırmacı oksidasyonun *a** değerini düşürdüğünü rapor etmişlerdir (Higgins ve ark., 1998; Lee ve ark., 1998).

***b** değeri incelendiğinde;*

Ekşi (2011), sucukların *b** değerleri 10.45-11.85 arasında bulmuştur. Uz (2008), farklı oranlarda buğday kepeği ilave edilmiş sucukların *b** değerini kontrol grubunda 12.84 olarak bulurken, %3, %6 ve %9 kepek ilave edilmiş sucuklarda sırası ile 14.67, 15.35 ve 16.43 olarak ölçmüştür.

Demir (2013) fermente sucukta kontrol (K), şalgam suyu (Ş2: %2 şalgam suyu; Ş5: %5 şalgam suyu; Ş10: %10 şalgam suyu) ve sodyum nitrit (N) etkisini görmek üzere yaptığı çalışmada, başlangıç *b** değerleri K, Ş2, Ş5, Ş10 ve N için sırasıyla, 14.75, 15.38, 14.98, 15.42 ve 15.77 olarak bulmuştur. 30. günde *b** değerleri ise sırasıyla, 12.44, 12.17, 10.78, 13.20 ve 12.62 olarak tespit edilmiştir.

Aksu (2003), sucuk örneklerinin *b** değerlerini 12.40 – 15.44 değerleri arasında bulmuştur. Gimeno ve ark. (2000) İspanya'da üretilen fermente sucuklarla yaptıkları çalışmada, *b** değerinin 10.63 ile 17.65 arasında değişen değerlerde olduğunu saptamıştır. Bozkurt (2007), sucuk örneklerinin ortalama sarılık değerinin depolama süresi boyunca azaldığını yaptıkları çalışmada tespit etmişlerdir.

Şimşek (2010) yaptığı çalışmada, örneklerden okuma sonucu alınan *b** değerlerinin zamana bağlı değişimi istatistiksel olarak önemli değişik göstermediğini rapor etmiştir.

Ensoy (2004)'un yaptığı çalışmada, geleneksel yöntem ile üretilen sucukların fermantasyon işlemi sonrasında *b** değeri Kontrol (K), starter kültür karışımı 1 ve 2 (S1 ve S2) grupları için sırasıyla, 15.40, 15.82 ve 16.76 olarak saptamış olup, bu çalışmada 30. güne kadar bütün gruplarda sürekli bir düşüş gözlemiştir.

Bağdatlı (2013) yapmış olduğu çalışmada, sucuk numunelerinin depolama sürecinde *b** değerinin düştüğünü belirlemiştir.

Kayaardı ve Gök (2004) yaptıkları araştırmada, 12-14 arasında değişen *b** değerlerinin olgunlaştırma sonunda 8-10 arasına düştüğünü belirtmişlerdir.

Sayas-Barberá ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada, *L. casei* ilave edilmiş *Longaniza de Pascua* isimli İspanyol fermente sosislerine ait ortalama *b** değerlerini 0., 1., 3., 6. ve 8.günlerde sırasıyla, 12.97, 14.04, 14.55, 17.99 ve 11.21 olarak saptamışlardır.

Yalınkılıç (2009), portakal lifi ekleyerek hazırlanan sucukların, olgunlaşma süresi boyunca *b** değerinin düştüğü, lif ekleme oranıyla da *b** değerinin arttığını tespit etmiştir.

Yılmaz (2005) köftelere %20 oranında buğday kepeği ilavesi ile yapmış olduğu araştırmada, ürünlerin *b** değerlerinde buğday kepeği ilavesi arttıkça örneklerin de *b** değerinde benzer bir artış gözlemlediğini ifade etmiştir. Gimeno ve ark. (2000) piyasadan temin ettikleri sucuklarda *b** değerinin 9.33–14.10 arasında tespit ettiklerini belirtmiştir. Crehan ve ark. (2000), %5, %12 ve %30'luk yağ ilave ettikleri Frankfurterlerde *b** değerini 8,10–10,20 arasında bulmuşlardır.

Çoksever (2009), turunçgil albedosu ile ürettiği sucuk numunelerinin *b** değerlerinin zamana bağlı olarak düştüğünü, ilave edilen albedoların ise *b** değerini arttırdığını tespit etmiştir.

Şimşek (2010) fermente sucuklara turşu suyu ilavesinin etkisini incelediği çalışmasında, starter kültür ilave edilmiş örneklerde kontrole göre *b** değerlerinde önemli bir etki görülmediği, yine bütün gruplarda *b** değerinde 15 günlük süreçte azalmanın meydana geldiği ve 30. günde ise bir artışın olduğunu tespit etmiştir.

Steenblock ve ark. (2001) Bologna ve Frankfurter tipi sucuklara ilave ettikleri yulaf lifinin etkisini inceledikleri çalışmada, Bologna tipi sucukların *b** değerinin özellikle %3 oranında ilave edilen yulaf lifi ile arttığını, Frankfurter tipi sucuklarda ise dış yüzey renginin yulaf lifi ilave edilen örneklerde arttığını, iç kesit renginin ise azaldığını tespit etmişlerdir.

Yapılan bu çalışmada, sucuk örneklerinin sarılık değerlerinde 30 günlük depolama süresi boyunca başlangıç değerlerine göre azalma gözlemlenmiştir. Bu azalma, başlangıçta sucuk örneklerinin daha sarı renkte olduğunu ifade etmektedir. Hem iç kesitten yapılan ölçümlerde, hem de dış yüzeyden yapılan ölçümlerde *b** değerinin depolama süresi boyunca azaldığı, yulaf kepeği ilavesi ile de arttığı belirlenmiştir. Bunların dışında ilave edilen probiyotik bakterilerin *b** değeri üzerine önemli bir etkisi görülmemiştir. Lif ilavesi ile yapılan araştırmaların birçoğunda benzer bir tablo gözlenmiş, ilave edilen lifler çoğunlukla *b** değerini artırmış (tahıl grubu lif kaynaklarının *b** değeri genelde yüksek sarılığa sahip olmaları nedeni ile) ve bakteri inokülasyonunun

da önemli bir etkisi görülmemiştir. Taranan leteratürlerin tamamında *b** değeri depolama sürecinde azalmıştır.

Depolama boyunca sarılık değerlerinde meydana gelen bu azalma, mikroorganizmaların üstel gelişim fazında ortamdaki oksijeni tüketmesiyle oksimyoglobin miktarının azalmasından kaynaklanabilir. Nitekim oksimyoglobinin *b** (sarılık) değeri üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Ercoşkun ve Özkal, 2011).

4.9. Tekstür Profil Analiz Sonuçları

4.9.1. Sertlik (Hardness)

Farklı oranlarda yulaf kepeği eklenen ve çeşitli probiyotik bakteriler ile inoküle edilen sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca sertlik değerlerindeki değişikliğine ilişkin yapılan Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde sertlik değerlerinin değişimine ilişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Depolama (A)	2	3393708878	1696854439	1797,48**
Kepek Seviyesi (B)	3	272533228	90844409	96,23**
Probiyotik Suş (C)	3	30530359	10176786	10,78**
AxB	6	55027356	9171226	9,72**
AxC	6	37643574	6273929	6,65**
BxC	9	77396983	8599665	9,11**
AxBxC	18	75972139	4220674	4,47**
Hata	96	90625542	944016	
Toplam	143	4033438059		

** p<0.05 seviyesinde önemli, **p<0.01 seviyesinde önemli*

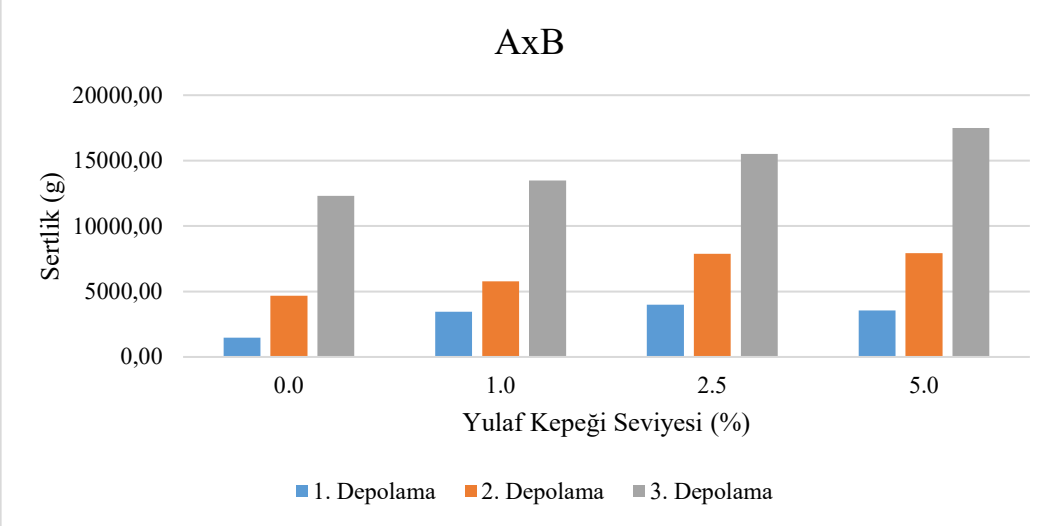
Yapılan Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde sertlik değerleri üzerine depolama, sucuğa katılan yulaf kepeği miktarı ve inoküle edilen bakteriler ile bunların interaksiyonları istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilerek depolanmış sucukların sertlik değerlerindeki değişimine ilişkin Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçları

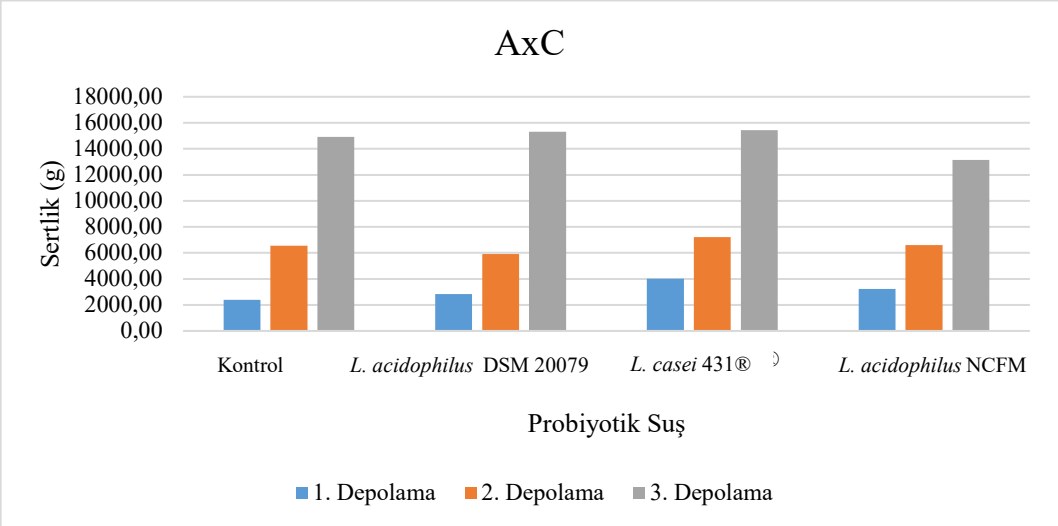
Depolama (Gün) – (A)	**n**	**Sertlik (g)**
1. Depolama	48	3118.4±1675^{c}
2. Depolama	48	6565.7±1845^{b}
3. Depolama	48	14698.0±2720^{a}
Kepek Seviyesi (%) – (B)		
%0 (Kontrol)	36	6152.4±4767^{c}
%1 Yulaf Kepeği	36	7567.3±4471^{b}
%2.5 Yulaf Kepeği	36	9127.7±5252^{a}
%5 Yulaf Kepeği	36	9662.1±6096^{a}
Probiyotik Suş – (C)		
Kontrol	36	7950.9±5504^{b}
L. acidophilus DSM 20079	36	8018.6±6039^{b}
L. acidophilus NCFM	36	7651.8±4443^{b}
L. casei 431®	36	8888.2±5278^{a}
AxB		
1. Depolama x %0 (Kontrol)	12	1478.4±685^{g}
1. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	3451.6±1275^{f}
1. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	3987.4±1881^{f}
1. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	3556.3±1507^{f}
2. Depolama x %0 (Kontrol)	12	4674.3±1179^{ef}
2. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	5776.4±923^{e}
2. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	7884.8±1759^{d}
2. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	7927.3±839^{d}
3. Depolama x %0 (Kontrol)	12	12304.4±1716^{c}
3. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	13474.1±1041^{c}
3. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	15510.9±2481^{b}
3. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	17502.8±2062^{a}
AxC		
1. Depolama x Kontrol	12	2384.0±1742^{e}
1. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	2846.3±1902de
1. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	3224.5±1254de
1. Depolama x *L. casei* 431®	12	4018.8±1483^{d}
2. Depolama x Kontrol	12	6551.3±1732^{c}
2. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	5903.6±2021^{c}
2. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	6591.9±1368^{c}
2. Depolama x *L. casei* 431®	12	7215.9±2156^{c}
3. Depolama x Kontrol	12	14917.3±1208^{a}
3. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	15305.8±4045^{a}
3. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	13139.0±1978^{b}
3. Depolama x *L. casei* 431®	12	15430.0±2490^{a}
BxC		
%0 (Kontrol) x Kontrol	9	6385.6±5571^{efg}
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* DSM 20079	9	4967.8±4280^{g}
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* NCFM	9	5906.1±4269^{fg}
%0 (Kontrol) x *L. casei* 431®	9	7349.9±5340^{cdef}
%1 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	8309.4±5024^{bcd}
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	6866.7±4729^{def}
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	7626.6±4737^{cde}
%1 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	7466.8±4028^{cdef}
%2.5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	8429.5±5413^{bcd}
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	9720.8±6950^{ab}
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	7543.8±3524^{cde}
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	10816.6±4864^{a}
%5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	8679.1±6572^{bc}
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	10519.0±6952^{a}
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	9530.7±5087^{ab}
%5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	9919.6±6571^{ab}

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır

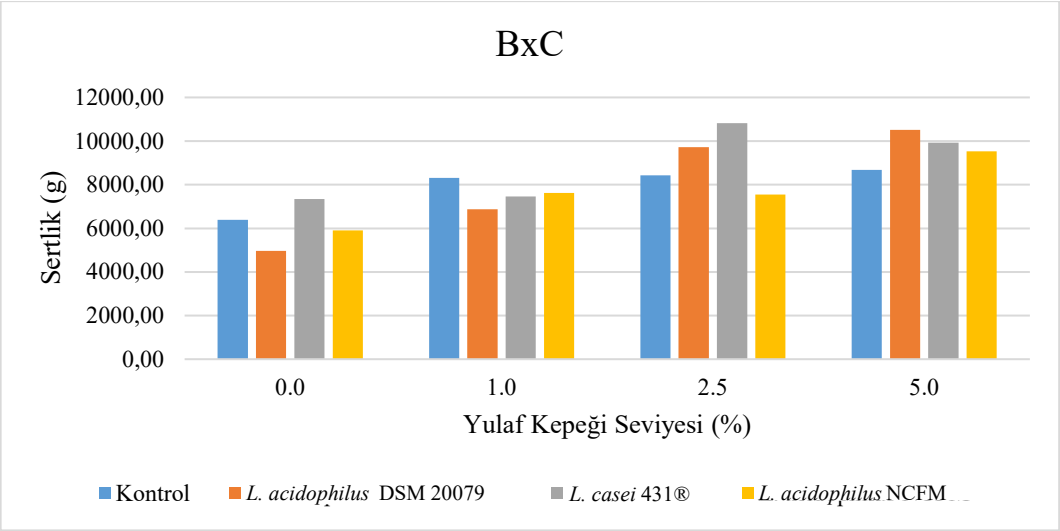
Yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçlarına göre depolama sürecinde sucuk numunelerinin sertlik değerleri depolama süreci boyunca artmış, yulaf kepeği ilavesi ile de yine artış göstermiştir. Bakteri çeşitlerinin sertlik değeri üzerine etkisinde ise *L. casei* 431® inoküle edilmiş numunelerin sertlik değeri en yüksek çıkarken, diğer gruplar birbirine benzer ve düşük çıkmıştır. Sucuğa inoküle edilen bakterilerin sucuk örneklerinin sertlik değerleri üzerine etkilerini görmek üzere Şekil 4.24'te YK x depolama interaksiyonu, Şekil 4.25'te depolama x probiyotik bakteri suşu interaksiyonu ve Şekil 4.26'da YK x probiyotik bakteri interaksiyonu verilmiştir.



Şekil 4.24. Sucuk örneklerinin sertlik değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu



Şekil 4.25. Sucuk örneklerinin sertlik değeri üzerine depolama (gün) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu



Şekil 4.26. Sucuk örneklerinin sertlik değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu

Şekil 4.24'de sucuk örneklerinin sertlik değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu gösterilmiş olup, grafikte görüldüğü üzere depolama süreci boyunca sertlik değeri artmış, yulaf kepeği ilavesi ile birlikte yine sertlik değerinde artış gözlenmiştir. Şekil 4.25'de sucuk örneklerinin sertlik değeri üzerine depolama (gün) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu gösterilmiştir. Grafikte görüldüğü üzere depolama süreci boyunca kontrol ve probiyotik bakteri inoküle edilen tüm örneklerin sertlik değerinde artış gözlenmiştir. Şekil 4.26'da ise sucuk örneklerinin sertlik değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu verilmiştir. Yulaf kepeği seviyesindeki artış ile kontrol ve probiyotik bakteri inoküle edilen tüm örneklerin sertlik değerinde artış gözlenmiştir.

Demirel ve Gürler (2018) doğal mikrobiyotaların üretim sırasında sucuğun renk, tekstür ve duyusal özelliklerine etkisini incelediği çalışmada, kontrole göre 3 farklı starter kültür karışımı inoküle ettiği sucukların sertlik değerleri starter ilaveli gruplarda düşük çıkmış ve ortalama 2519 – 3391 g aralığında tespit etmişlerdir.

Dertli ve ark. (2016) *in situ* ekzopolisakkarit üretiminin ve fermantasyon koşullarının Türk tipi fermente sucukların fizikokimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel ve mikroyapısal özellikleri üzerine etkilerini incelediği çalışmada, 8 – 16 gün aralığındaki fermantasyon sonrası sertlik değerini 3998 g ile 13930 g aralığında tespit etmişlerdir.

Džinić ve ark. (2016) Sırbistan'da üretilen kuru fermente bir sucuk olan Čajna Kobasica'nın kimyasal, tekstürel, duyusal özellikleri ve renk parametrelerini belirlemeye çalıştıkları çalışmada, sertlik değerlerini 8210 g – 22883 g aralığında tespit etmişlerdir.

Ekici ve ark. (2015) siyah havuç konsantresinin sucuğun çeşitli özellikleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, 12 günlük fermantasyon sonrası sertlik değerini 463 g – 798 g olarak tespit etmişlerdir.

Kargozari ve ark. (2014) Siahmazgi peynirinden izole edilen otokton starter kültürlerin Türk tipi kuru fermente sucukların fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerini inceledikleri çalışmada, 15 günlük olgunlaştırma sürecinde sertliğin olgunlaştırma boyunca 25000 g'a kadar arttığını belirlemişlerdir.

Gök (2006), olgunlaşmış sucuk örneklerinin sertlik değerlerinin depolama boyunca arttığını ve bu artışın da istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) olduğunu bulmuştur. Çalışmada sertlik değerleri ilk gün 3.151 – 3.624 kg aralığında belirlenirken 30 günlük depolama sonunda örneklerin sertlik değerleri 7.959-8.499 kg'a kadar yükselmiştir.

Bağdatlı (2013) yapmış olduğu çalışmada, sertlik değerlerini 35.275 – 54.672 N aralığında bulmuştur.

Ergönül ve ark. (2009), farklı probiyotik kültürler kullanılarak ürettiği hindi sucuklarının sertlik değerlerinin olgunlaşma sonunda 6.12-6.29-7.99 kg arasında değiştiğini bildirmiştir.

Uz (2008), kepek ilavesi ile sucuk numunelerinin sertlik değerinde artış tespit etmiştir.

Demir (2013) fermente sucuğa şalgam suyu ilavesinin etkisini incelediği çalışmada, analizler sonucunda 0. gün sertlik değerleri K, Ş2, Ş5, Ş10 ve N için sırasıyla, 2,86, 2,68, 2,48, 3,02 ve 1,61 kg olarak tespit edilmiştir. Depolamanın son gününde (30. gün) analiz sonuçları artış göstererek, sırasıyla, 5.20, 6.15, 7.45, 6.32 ve 6.16 kg düzeyine yükselmiştir.

Steenblock ve ark. (2001) Bologna ve Frankfurter tipi sucuklara ilave ettikleri yulaf lifinin etkisini inceledikleri çalışmada, Bologna tipi sucukların sertlik değerinin ilave edilen yulaf lifi ile arttığını, Frankfurter sucuklarda ise yulaf lifi ilave edilen örneklerde genel olarak etkilememekle birlikte kısmen arttığını tespit etmişlerdir.

Atik (2013), sığır etinden üretilen sucuk numunelerinin 30 günlük depolama seyrinde sertlik değerinin arttığını belirlemiştir.

Bozkurt ve Bayram (2006) da depolama süreci boyunca sertlik değerinin arttığını belirlemişlerdir.

Sertlik gıdaya uygulanan herhangi bir etkiye karşı koyma gücüdür. Başka bir ifadeyle katı gıda partiküllerinin molar (öğütücü) dişler arasında ve yarı katı besinlerin damak ve dil arasındaki basınca karşı koyması için gerekli güçtür (Szczesniak, 2002;

Zhang ve ark., 2005). Sucukların tekstürünün oluşumunda miyofibriler proteinlerdeki değişiklikler büyük önem taşımaktadır. Olgunlaştırma sırasında mikrobiyal faaliyet sonucu oluşan asitliğe bağlı olarak proteinlerin izoelektrik noktasına düşen pH (5.2-5.3) proteinlerin parçalanmasına neden olmaktadır. Bu arada sucukların su aktivitesi önemli seviyede düşmekte, ürün tekstürü gelişmekte ve kesilebilir kıvama gelmektedir (Blom ve ark., 1996; Montel ve ark., 1998; Gimeno ve ark., 2000; Visessanguan ve ark., 2004).

Yapılan bu çalışmada, depolama seyri ile birlikte sertliğin arttığı, yine kuru madde oranı sucuk hamurundan daha yüksek olan YK ilavesinin de sertlik değerini arttırdığı tespit edilmiştir. İnoküle edilen probiyotik bakteriler içerisinde *L. casei* 431® inokülasyonu sertlik değerinde artış sağlarken, diğerlerinin kontrole göre önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Sucukların sertlik değerlerinin depolama boyunca nem kaybına bağlı olarak artmış olabileceği de düşünülmektedir (Demeyer ve Stahnke, 2002).

Sertlikteki bu artışın düşük pH'da proteinlerin koagülasyonu ve düşen nem içeriğinden kaynaklandığı düşünülmüş yine kuru madde oranı yüksek bir bileşenin ilavesi ile de sertlik değerinin artışının normal kabul edilebileceği, 1. depolamada nem tutma sebebi ile bunun net görülememesine karşın depolamanın ikinci ve üçüncü periyodunda ise kurumanın oldukça ilerlemesi ile birlikte bu fark ortaya çıkmıştır.

4.9.2. Dış yapışkanlık (Adhesiveness)

Farklı oranlarda yulaf kepeği eklenen ve çeşitli probiyotik bakteriler ile inoküle edilen sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca dış yapışkanlık değerlerindeki değişikliğine ilişkin yapılan Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.28'de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde dış yapışkanlık değerlerinin değişimine ilişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Depolama (A)	2	372047	186024	542,40**
Kepek Seviyesi (B)	3	2745	915	2,67
Probiyotik Suş (C)	3	6301	2100	6,12*
AxB	6	3974	662	1,93
AxC	6	2110	352	1,03
BxC	9	5198	578	1,68
AxBxC	18	10984	610	1,78*
Hata	96	32925	343	
Toplam	143	436284		

** $p<0.05$ seviyesinde önemli, **$p<0.01$ seviyesinde önemli*

Yapılan Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde dış yapışkanlık değerleri üzerine depolama istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunurken, bakteri çeşidi ile üç faktörün interaksiyonu da istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilerek depolanmış sucukların dış yapışkanlık değerlerindeki değişimine ilişkin Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçları

Depolama (Gün) – (A)	**n**	**Dış Yapışkanlık (g.s)**
1. Depolama	48	-28.67±25.96[a]
2. Depolama	48	-113.81±22.10[b]
3. Depolama	48	-149.91±14.30[c]
Kepek Seviyesi (%) – (B)		
%0 (Kontrol)	36	-90.60±53.26
%1 Yulaf Kepeği	36	-101.77±52.24
%2.5 Yulaf Kepeği	36	-96.80±59.89
%5 Yulaf Kepeği	36	-100.66±56.87
Probiyotik Suş – (C)		
Kontrol	36	-89.32±57.26[a]
L. acidophilus DSM 20079	36	-101.87±57.40[bc]
L. acidophilus NCFM	36	-105.74±54.93[c]
L. casei 431®	36	-92.90±51.97[ab]
AxB		
1. Depolama x %0 (Kontrol)	12	-23.87±13.91
1. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	-34.38±26.22
1. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	-19.96±9.55
1. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	-36.44±41.21
2. Depolama x %0 (Kontrol)	12	-104.79±25.13
2. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	-125.28±9.93
2. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	-111.47±15.42
2. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	-113.69±29.67
3. Depolama x %0 (Kontrol)	12	-143.15±10.50
3. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	-145.65±15.45
3. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	-158.97±13.86
3. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	-151.85±13.01
AxC		
1. Depolama x Kontrol	12	-16.36±8.33
1. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	-30.90±28.22
1. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	-36.28±31.62
1. Depolama x *L. casei* 431®	12	-31.12±27.82
2. Depolama x Kontrol	12	-104.39±39.99
2. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	-116.94±19.14
2. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	-125.94±7.10
2. Depolama x *L. casei* 431®	12	-107.96±28.08
3. Depolama x Kontrol	12	-147.22±8.70
3. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	-157.77±12.97
3. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	-155.01±13.88
3. Depolama x *L. casei* 431®	12	-139.63±14.76
BxC		
%0 (Kontrol) x Kontrol	9	-86.37±65.71
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* DSM 20079	9	-85.06±50.48
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* NCFM	9	-104.71±52.46
%0 (Kontrol) x *L. casei* 431®	9	-86.27±49.91
%1 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	-91.51±51.21
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	-103.23±66.25
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	-105.85±55.75
%1 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	-106.48±40.69
%2.5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	-86.91±59.42
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	-103.80±64.12
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	-100.98±71.11
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	-95.52±52.99
%5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	-92.49±61.98
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	-115.38±53.25
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	-111.43±47.12
%5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	-83.34±66.83

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır

Yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçlarına göre depolama sürecinde sucuk numunelerinin dış yapışkanlık değerleri depolama süreci boyunca azalmış, eklenen yulaf kepeğinin ise önemli bir etkisi olmamıştır. Bakteri çeşitlerinin dış yapışkanlık değeri üzerine etkisinde ise kontrol numunelerinin dış yapışkanlık değeri en yüksek çıkarken, bunu sırasıyla *L. casei* 431®*, L. acidophilus* DSM 20079 *ve L. acidophilus* NCFM ile inoküle edilmiş numuneler takip etmiştir.

Dertli ve ark. (2016) *in situ* ekzopolisakkarit üretiminin ve fermantasyon koşullarının Türk tipi fermente sucukların fizikokimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel ve mikroyapısal özellikleri üzerine etkilerini incelediği çalışmada, 8 – 16 gün aralığındaki fermantasyon sonrası dış yapışkanlık değerlerini -27 ile -94 g.s aralığında bulmuşlardır.

Ekici ve ark. (2015) siyah havuç konsantresinin sucuğun çeşitli özellikleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, 12 günlük fermantasyon sonrası dış yapışkanlık değerini -10 g.s ile -86g.s aralığında tespit etmişlerdir.

Uz (2008), az yağlı ve buğday kepek ilaveli sucuklarda dış yapışkanlık değerini kontrol grubunda 0.27 N mm olarak bulurken, %3, %6 ve %9 kepek ilave edilmiş sucuklarda sırasıyla, 0.32 N mm, 0.37 N mm ve 0.64 N mm olarak ölçmüştür.

Crehan ve ark. (2000), %5, %12 ve %30 oranlarında yağ ilave ettikleri Frankfurterlerde dış yapışkanlık değerlerini 0.06–0.08 N mm arasında tespit ettiklerini ifade etmişler, maltodekstrin ilave ettikleri %5, %12 ve %30 yağ içerikli Frankfurterlerde dış yapışkanlık değerlerini 0.06–0.07 N mm arasında bulduklarını belirtmişlerdir.

Demir (2013), şalgam suyu ilave ettiği fermente sucukların dış yapışkanlık değerlerini analizler sonucunda, 0. gün K, Ş2, Ş5, Ş10 ve N için sırasıyla, -50.95 g.s, -41.71 g.s , -33.83 g.s , -44.4 g.s ve -41.21 g.s olarak tespit edilmiştir. 30. gün analiz sonuçları ise sırasıyla, -70.42 g.s, -84.62 g.s, -88.38 g.s, -75.98 g.s ve -74.71 g.s olarak bulmuştur. Örneklerin tamamında dış yapışkanlık değerindeki azalış, depolama süresi boyunca artmıştır.

Yapılan bu çalışmada, dış yapışkanlık değeri depolama sürecinde sürekli azalış göstermiştir. Bununla birlikte ilave edilen kepeklerin dış yapışkanlık değeri üzerine herhangi bir etkisi olmamış, fakat probiyotik bakteri ilave edilen örneklerin dış yapışkanlık değeri kontrole göre daha düşük çıkmıştır. Elde ettiğimiz sonuçlar literatürle paralellik göstermiş olup, kurumaya bağlı olarak dış yapışkanlık değerinin depolama seyrinde azalmış olabileceği ve inoküle edilen bakterilerin nem tayininde de görüldüğü üzere nemi düşürmesi sebebi ile yine dış yapışkanlık değerinin azalmış olabileceği

düşünülmektedir. Yine dış yapışkanlık değerindeki azalmanın bir başka sebebinin de maya/küf gelişimindeki azalmadan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.9.3. Elastikiyet (Springiness)

Farklı oranlarda yulaf kepeği eklenen ve çeşitli probiyotik bakteriler ile inoküle edilen sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca elastikiyet değerlerindeki değişikliğine ilişkin yapılan Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.30. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde elastikiyet değerlerinin değişimine ilişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Depolama (A)	2	0,79434	0,397172	128,59**
Kepek Seviyesi (B)	3	0,08904	0,029679	9,61**
Probiyotik Suş (C)	3	0,01769	0,005896	1,91
AxB	6	0,09702	0,016171	5,24**
AxC	6	0,05428	0,009047	2,93*
BxC	9	0,07672	0,008524	2,76**
AxBxC	18	0,17447	0,009693	3,14**
Hata	96	0,29652	0,003089	
Toplam	143	1,60008		

** p<0.05 seviyesinde önemli, **p<0.01 seviyesinde önemli*

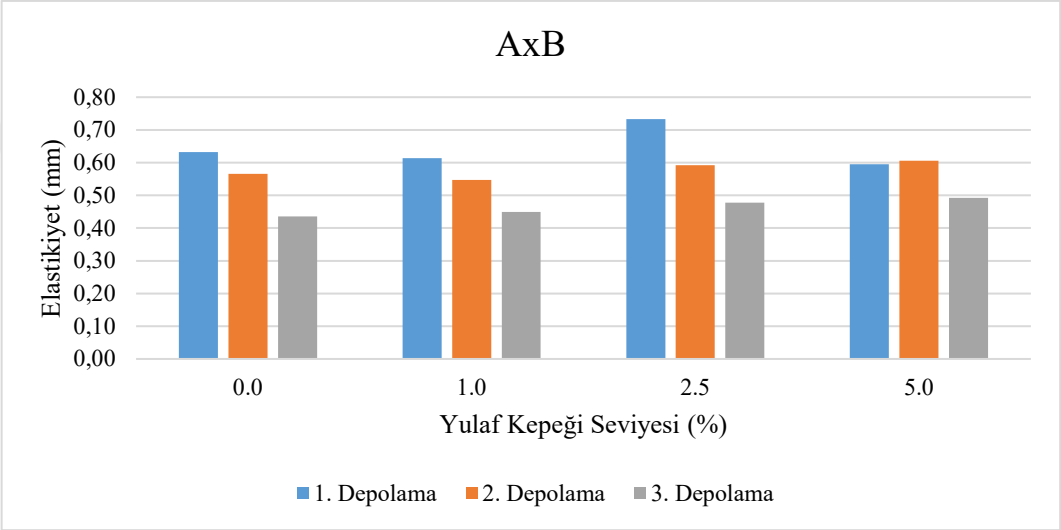
Yapılan Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde elastikiyet değerleri üzerine inoküle edilen bakteriler önemli bir etki göstermemiş, Depolama x bakteri çeşitleri interaksiyonu istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) etki gösterirken, diğer bütün faktörler ve interaksiyonları istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.31'de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilerek depolanmış sucukların elastikiyet değerlerindeki değişimine ilişkin Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçları

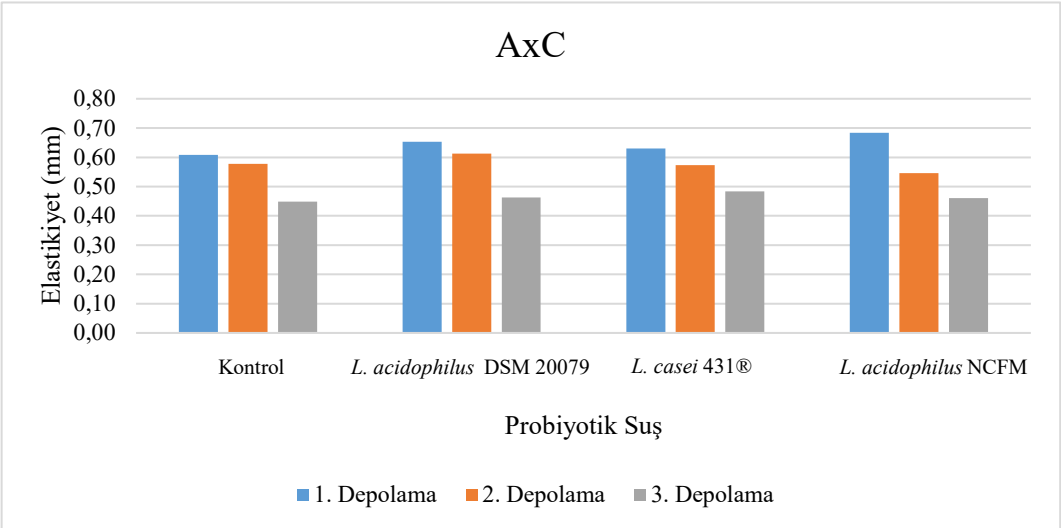
Depolama (Gün) – (A)	**n**	**Elastikiyet(mm)**
1. Depolama	48	0.643±0.08[a]
2. Depolama	48	0.577±0.07[b]
3. Depolama	48	0.463±0.06
Kepek Seviyesi (%) – (B)		
%0 (Kontrol)	36	0.544±0.10[b]
%1 Yulaf Kepeği	36	0.536±0.08[b]
%2.5 Yulaf Kepeği	36	0.601±0.12[a]
%5 Yulaf Kepeği	36	0.564±0.09[b]
Probiyotik Suş – (C)		
Kontrol	36	0.545±0.09
L. acidophilus DSM 20079	36	0.576±0.11
L. acidophilus NCFM	36	0.563±0.11
L. casei 431®	36	0.562±0.10
AxB		
1. Depolama x %0 (Kontrol)	12	0.632±0.07[b]
1. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	0.614±0.05[bc]
1. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	0.733±0.10[a]
1. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	0.595±0.04[bc]
2. Depolama x %0 (Kontrol)	12	0.565±0.06[bcd]
2. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	0.546±0.07[cde]
2. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	0.592±0.05[bc]
2. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	0.605±0.09[bc]
3. Depolama x %0 (Kontrol)	12	0.435±0.04[f]
3. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	0.449±0.02[f]
3. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	0.477±0.04[ef]
3. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	0.492±0.09[def]
AxC		
1. Depolama x Kontrol	12	0.608±0.09[abcd]
1. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	0.652±0.11[ab]
1. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	0.683±0.08[a]
1. Depolama x *L. casei* 431®	12	0.630±0.02[abc]
2. Depolama x Kontrol	12	0.578±0.06[bcd]
2. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	0.612±0.07[abcd]
2. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	0.546±0.05[de]
2. Depolama x *L. casei* 431®	12	0.572±0.09[cd]
3. Depolama x Kontrol	12	0.448±0.04[f]
3. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	0.463±0.03[f]
3. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	0.460±0.03[f]
3. Depolama x *L. casei* 431®	12	0.483±0.10[ef]
BxC		
%0 (Kontrol) x Kontrol	9	0.547±0.13[bc]
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* DSM 20079	9	0.524±0.09[bc]
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* NCFM	9	0.539±0.08[bc]
%0 (Kontrol) x *L. casei* 431®	9	0.566±0.11[abc]
%1 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	0.520±0.05[bc]
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	0.560±0.08[abc]
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	0.558±0.10[abc]
%1 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	0.507±0.10[c]
%2.5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	0.579±0.10[abc]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	0.649±0.15[a]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	0.609±0.15[ab]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	0.566±0.08[abc]
%5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	0.533±0.09[bc]
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	0.570±0.10[abc]
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	0.546±0.08[bc]
%5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	0.609±0.09[ab]

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır

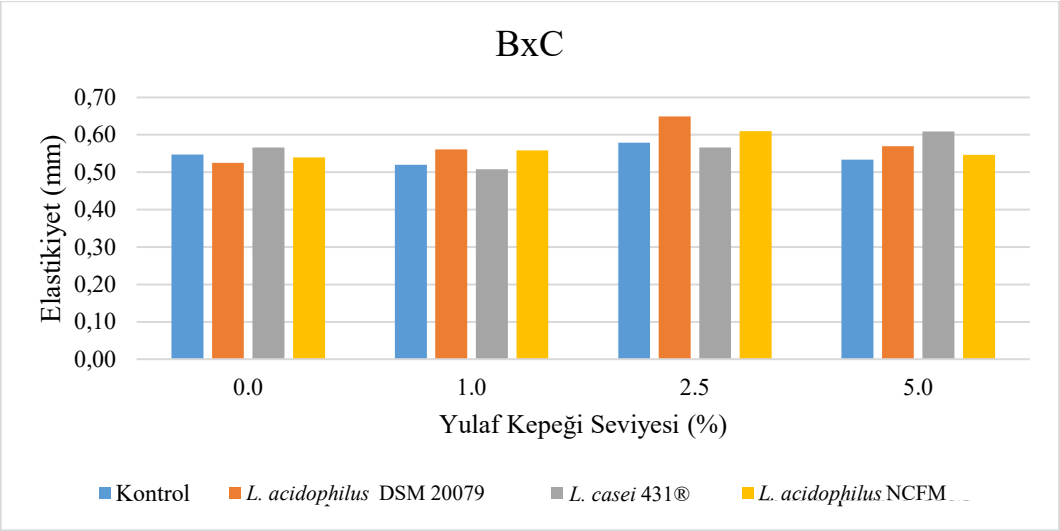
Yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçlarına göre depolama sürecinde sucuk numunelerinin elastikiyet değerleri depolama süreci boyunca azalmış, yulaf kepeği ilavesinde ise en büyük değer %2.5 YK ilave edilen numunelerde bulunurken, diğerleri benzer ve daha düşük çıkmıştır. Bakteri çeşitlerinin elastikiyet değerleri üzerine önemli bir etkisi olmamıştır. Sucuğa inoküle edilen bakterilerin sucuk örneklerinin elastikiyet değerleri üzerine etkilerini görmek üzere Şekil 4.27'de YK x depolama interaksiyonu, Şekil 4.28'de depolama x probiyotik bakteri suşu interaksiyonu ve Şekil 4.29'da YK x probiyotik bakteri interaksiyonu verilmiştir.



Şekil 4.27. Sucuk örneklerinin elastikiyet değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu



Şekil 4.28. Sucuk örneklerinin elastikiyet değeri üzerine depolama (gün) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu



Şekil 4.29. Sucuk örneklerinin elastikiyet değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu

Şekil 4.27'de sucuk örneklerinin elastikiyet değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu gösterilmiş olup, grafikte görüldüğü üzere depolama süreci boyunca elastikiyet değeri azalmıştır. Şekil 4.28'de sucuk örneklerinin elastikiyet değeri üzerine depolama (gün) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu gösterilmiştir. Grafikte görüldüğü üzere depolama süreci boyunca kontrol ve probiyotik bakteri inoküle edilen tüm örneklerin elastikiyet değeri azalmıştır. Şekil 4.29'da ise sucuk örneklerinin elastikiyet değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu verilmiştir. En düşük elastikiyet değeri *L. casei* 431® inoküle edilmiş ve %1 yulaf kepeği seviyesine sahip numunelerde görünürken, *L. acidophilus* DSM 20079 inoküle edilmiş ve %2.5 yulaf kepeği ilave edilen sucuk numunelerinin elastikiyet ise en yüksek çıkmıştır.

Demirel ve Gürler (2018) doğal mikrobiyotaların üretim sırasında sucuğun renk, tekstür ve duyusal özelliklerine etkisini incelediği çalışmada, kontrole göre 3 farklı starter kültür karışımı inoküle ettiği sucukların elastikiyet değerinin starter eklediklerinde kontrole göre önemli bir değişiklik oluşturmadığı ve 0.78 mm - 0.70 mm aralığında tespit etmişlerdir.

Dertli ve ark. (2016) *in situ* ekzopolisakkarit üretiminin ve fermantasyon koşullarının Türk tipi fermente sucukların fizikokimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel ve mikroyapısal özellikleri üzerine etkilerini incelediği çalışmada, 8 – 16 gün aralığındaki fermantasyon sonrası elastikiyet değerini 0.499 mm – 0.651 mm aralığında tespit etmişlerdir.

Ekici ve ark. (2015) siyah havuç konsantresinin sucuğun çeşitli özellikleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmada 12 günlük fermantasyon sonrası elastikiyet değerini 0,50 – 0,61mm aralığında tespit etmişlerdir.

Kargozari ve ark. (2014) Siahmazgi peynirinden izole edilen otokton starter kültürlerin Türk kuru fermente sucukların fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerini inceledikleri çalışmada, elastikiyet değerlerinin dalgalı bir şekilde olgunlaştırma boyunca devam ettiğini ve yaklaşık 0.6 – 0.9 mm aralığında buldukları gözlenmiştir.

Bağdatlı (2013) yapmış olduğu çalışmada, sucuk numunelerinin elastikiyet değerini 0.249 – 0.305 mm aralığında bulmuştur.

Džinić ve ark. (2016) Sırbistan'da üretilen kuru fermente bir sucuk olan Čajna Kobasica'nın kimyasal, tekstürel, duyusal özellikleri ve renk parametrelerini belirlemeye çalıştığı çalışmada, elastikiyet değerlerini 0.45 – 0.55 mm aralığında bulmuştur.

Olivares ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada 42 günlük olgunlaşma süresi sonunda sucuk örneklerinin elastikiyet değerlerinin 0.696 - 0.730 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Uz (2008), farklı oranlarda kepek ilave edilmiş sucukların elastikiyet değerlerini kontrol grubunda 7.18 mm olarak bulurken, %3, %6 ve %9 kepek ilave edilmiş sucuklarda sırasıyla 6.57 mm, 6.45 mm ve 6.37 mm olarak ölçmüştür.

Gimeno ve ark. (2000), piyasadan temin ettikleri sosislerde elastikiyet değerlerini 5,1– 6,1 mm arasında tespit ettiklerini ifade etmişlerdir. Crehan ve ark. (2000), %5, %12 ve %30 oranlarında yağ ilave ettikleri Frankfurterlerde elastikiyet değerlerini 7,6–7,2 mm arasında tespit ettiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca maltodekstrin ilave ettikleri %5, %12 ve %30 yağ içerikli Frankfurterlerde springiness değerlerini 7.6–7.0 mm arasında bulduklarını ifade etmişlerdir.

Demir (2013), fermente sucuk üretiminde şalgam suyu ilave etmiş ve sucuk örneklerinin 0. gün elastikiyet değerleri K, Ş2, Ş5, Ş10 ve N için sırasıyla, 0.35 mm, 0.34 mm, 0.34 mm, 0.34 mm ve 0.31 mm olarak bulmuştur. Depolamanın son gününde ise elastikiyet değerinin 0.33 mm ile 0.39 mm arasında değiştiğini rapor etmiştir.

Steenblock ve ark. (2001) Bologna ve Frankfurter tipi sucuklara ilave ettikleri yulaf lifinin etkisini inceledikleri çalışmada, Bologna tipi sucukların ve Frankfurter tipi sucukların elastikiyet değerinin ilave edilen yulaf lifi ile kısmen arttığını tespit etmişlerdir.

Atik (2013), sığır etinden ürettiği sucuk numunelerinin elastikiyet değerini 30. güne kadar 0.70'den 0.61'e düştüğünü bulmuştur.

Bozkurt ve Bayram (2006) çalışmalarında, elastikiyet değerini olgunlaşmanın başında 0.82, sonunda 0.65 olarak tespit etmişlerdir.

Elastikiyet gıdada herhangi bir etkiden sonra oluşan şekil bozukluğunun etki kaldırıldığında kaybolmasıdır (Rosenthal, 1999; Zhang ve ark., 2005). Yapılan bu çalışmada, elastikiyet değeri depolama boyunca azalmış olup, bu azalma diğer çalışmalarda da benzer şekilde çıkmıştır. Bu durumun nem değerindeki azalmadan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte ilave edilen kepeklerde de %2.5 oranında ilave edilen grupta elastikiyet değeri artarken, diğer gruplarda daha düşük çıkmıştır. Probiyotik inokülasyonu ise elastikiyet değerini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilememiştir. Benzer sonuçlar, starter kültür ilaveli sucuk çalışmalarında da görülmüştür.

4.9.4. İç yapışkanlık (Cohesiveness)

Farklı oranlarda yulaf kepeği eklenen ve çeşitli probiyotik bakteriler ile inoküle edilen sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca iç yapışkanlık değerlerindeki değişikliğine ilişkin yapılan Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.32'de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde iç yapışkanlık değerlerinin değişimine ilişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Depolama (A)	2	0,698726	0,349363	275,11**
Kepek Seviyesi (B)	3	0,022287	0,007429	5,85**
Probiyotik Suş (C)	3	0,028869	0,009623	7,58**
AxB	6	0,007206	0,001201	0,95
AxC	6	0,026266	0,004378	3,45**
BxC	9	0,014873	0,001653	1,30
AxBxC	18	0,023372	0,001298	1,02
Hata	96	0,121910	0,001270	
Toplam	143	0,943509		

** p<0.05 seviyesinde önemli, **p<0.01 seviyesinde önemli,*

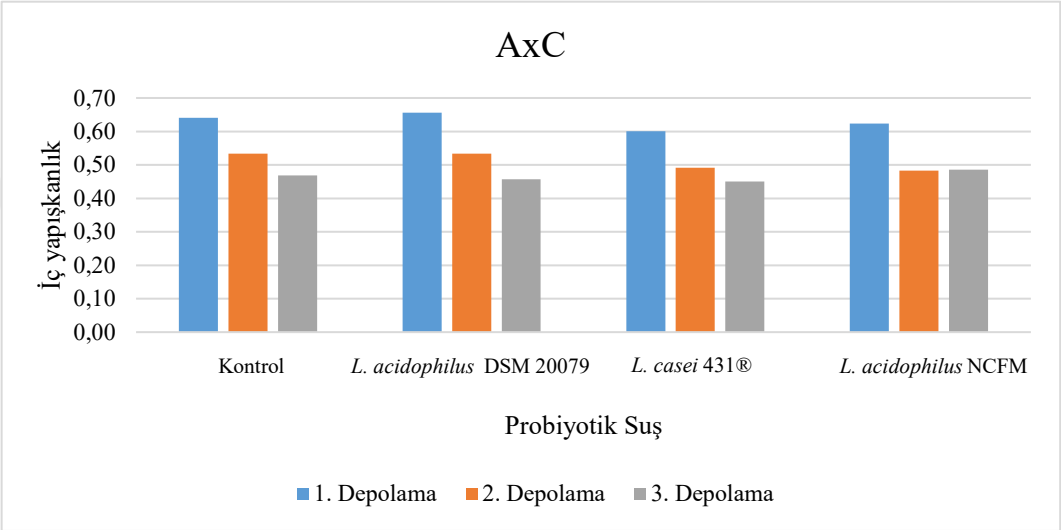
Yapılan Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde iç yapışkanlık değerleri üzerine depolama, sucuğa katılan yulaf kepeği miktarı ve inoküle edilen bakteriler ile depolama x bakteri çeşidi interaksiyonu istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuş, diğer interaksiyonlar ise önemsiz çıkmıştır. Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.33'de verilmiştir.

Çizelge 4.33. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde iç yapışkanlık değerlerindeki değişimine ilişkin Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçları

Depolama (Gün) – (A)	**n**	***İç yapışkanlık***
1. Depolama	48	0.630±0.056[a]
2. Depolama	48	0.510±0.039[b]
3. Depolama	48	0.465±0.023[c]
Kepek Seviyesi (%) – (B)		
%0 (Kontrol)	36	0.516±0.076[b]
%1 Yulaf Kepeği	36	0.533±0.081[ab]
%2.5 Yulaf Kepeği	36	0.540±0.087[a]
%5 Yulaf Kepeği	36	0.551±0.082[a]
Probiyotik Suş – (C)		
Kontrol	36	0.547±0.080[a]
L. acidophilus DSM 20079	36	0.548±0.088[a]
L. acidophilus NCFM	36	0.530±0.080[ab]
L. casei 431®	36	0.514±0.075[b]
AxB		
1. Depolama x %0 (Kontrol)	12	0.597±0.048
1. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	0.630±0.075
1. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	0.640±0.072
1. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	0.652±0.047
2. Depolama x %0 (Kontrol)	12	0.507±0.052
2. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	0.507±0.036
2. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	0.508±0.033
2. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	0.519±0.035
3. Depolama x %0 (Kontrol)	12	0.445±0.016
3. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	0.461±0.022
3. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	0.472±0.025
3. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	0.481±0.013
AxC		
1. Depolama x Kontrol	12	0.640±0.044[ab]
1. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	0.656±0.041[a]
1. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	0.623±0.076[ab]
1. Depolama x *L. casei* 431®	12	0.601±0.047[b]
2. Depolama x Kontrol	12	0.534±0.035[c]
2. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	0.533±0.024[cd]
2. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	0.483±0.014[e]
2. Depolama x *L. casei* 431®	12	0.491±0.044[cde]
3. Depolama x Kontrol	12	0.468±0.026[e]
3. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	0.457±0.019[e]
3. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	0.485±0.017[de]
3. Depolama x *L. casei* 431®	12	0.449±0.017[e]
BxC		
%0 (Kontrol) x Kontrol	9	0.543±0.087
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* DSM 20079	9	0.538±0.090
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* NCFM	9	0.501±0.053
%0 (Kontrol) x *L. casei* 431®	9	0.484±0.060
%1 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	0.535±0.075
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	0.551±0.102
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	0.539±0.067
%1 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	0.506±0.082
%2.5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	0.563±0.089
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	0.550±0.092
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	0.530±0.099
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	0.517±0.074
%5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	0.548±0.080
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	0.555±0.082
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	0.552±0.099
%5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	0.548±0.079

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır

Yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçlarına göre depolama sürecinde sucuk numunelerinin iç yapışkanlık değerleri depolama süreci boyunca azalmış, yulaf kepeği ilavesi ile artış göstermiştir. Bakteri çeşitlerinin iç yapışkanlık değeri üzerine etkisinde ise *L. casei* 431® inoküle edilmiş numunelerin iç yapışkanlık değeri en düşük çıkarken, *L. acidophilus* NCFM inoküle edilen numuneler daha yüksek, kontrol ve *L. acidophilus* DSM 20079 inoküle edilmiş grup ise benzer ve en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.30. Sucuk örneklerinin iç yapışkanlık değeri üzerine depolama (gün) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu

Şekil 4.30'da sucuk örneklerinin iç yapışkanlık değeri üzerine depolama (gün) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu gösterilmiştir. Grafikte görüldüğü üzere depolama süreci boyunca kontrol ve probiyotik bakteri inoküle edilen tüm örneklerin iç yapışkanlık değerinde azalış gözlenmiştir.

Demirel ve Gürler (2018) doğal mikrobiyotaların üretim sırasında sucuğun renk, tekstür ve duyusal özelliklerine etkisini incelediği çalışmada, kontrole göre 3 farklı starter kültür karışımı inoküle ettiği sucukların iç yapışkanlık değerlerini 0.70 – 0.74 aralığında bulmuşlardır.

Dertli ve ark. (2016) *in situ* ekzopolisakkarit üretiminin ve fermantasyon koşullarının Türk tipi fermente sucukların fizikokimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel ve mikroyapısal özellikleri üzerine etkilerini incelediği çalışmada, 8 – 16 gün aralığındaki fermantasyon sonrası iç yapışkanlık değerini 0.266 ile 0.430 aralığında belirlemişlerdir.

Džinić ve ark. (2016) Sırbistan'da üretilen kuru fermente bir sucuk olan Čajna Kobasica'nın kimyasal, tekstürel, duyusal özellikleri ve renk parametrelerini belirlemeye çalıştığı çalışmada, iç yapışkanlık değerlerini 0.40 – 0.61 aralığında tespit etmişlerdir.

Ekici ve ark. (2015) siyah havuç konsantresinin sucuğun çeşitli özellikleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, 12 günlük fermantasyon sonrası iç yapışkanlık değerini 0.44 – 0.61 aralığında bulmuşlardır.

Kargozari ve ark. (2014) Siahmazgi peynirinden izole edilen otokton starter kültürlerin Türk kuru fermente sucukların fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerini inceledikleri çalışmada, 15 günlük olgunlaştırma sürecinde iç yapışkanlık değerinin ilk birkaç günde 0.7'ye ulaştığı sonraki süreçte olgunlaştırmanın sonuna kadar azaldığı ve yaklaşık 0.450 civarında olduğunu bildirmişlerdir.

Bağdatlı (2013) yapmış olduğu çalışmada, iç yapışkanlık değerlerini 0.57 – 0.63 aralığında bulmuştur. Olivares ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada, %10 yağlı kuru fermente sosis örneklerine ait ortalama iç yapışkanlık değerini 0.649, %20 yağlı kuru fermente sosis örneklerine ait ortalama iç yapışkanlık değerini 0.660 ve %30 yağlı kuru fermente sosis örneklerine ait ortalama iç yapışkanlık değerini 0.629 olarak bulmuşlardır. Diğer bir çalışmada, Ergönül ve ark. (2009), farklı probiyotik kültürler kullanılarak ürettiği hindi sucuklarının iç yapışkanlık değerlerinin olgunlaşma sonunda 0.50-0.51-0.73 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Uz (2008), az yağlı sucuklara ilave edilen kepek oranına bağlı olarak iç yapışkanlık değerinin, kepek ilavesi oranına bağlı olarak artış gösterdiğini bildirmiştir.

Crehan ve ark. (2000), maltodekstrin ilave ettikleri %5, %12 ve %30 yağ içerikli Frankfurterlerde iç yapışkanlık değerlerini 0.59–0.64 arasında bulduklarını ifade etmişlerdir.

Demir (2013) şalgam suyu ilavesinin fermente sucuk üzerindeki etkilerini incelediği çalışmada, analizler sonucunda 0. gün iç yapışkanlık değerleri K, Ş2, Ş5, Ş10 ve N için sırasıyla, 0.67, 0.69, 0.68, 0.67 ve 0.54 olarak saptamıştır. 30. gün analiz sonuçları da sırasıyla, 0.67, 0.64, 0.64, 0.67 ve 0.68 olarak tespit etmiştir.

Atik (2013) yapmış olduğu çalışmada, sucuk numunelerinin depolama öncesinde (0. gün) iç yapışkanlık değerlerini 0.42-0.56 arasında tespit etmiş, depolamanın 30. gününde alınan örneklerin iç yapışkanlık değerlerini 0.48-0.58 arasında bulmuştur.

Sucuğun olgunlaşma aşamasında renk ve tekstür özellikleri üzerine yapılan çalışmada, yapışkanlık değerinin olgunlaşmanın başında 0.70, sonunda 0.64 olarak tespit edildiği görülmüştür (Bozkurt ve Bayram, 2006).

Liaros ve ark. (2009) fermente sosislerde yağ miktarının ve vakum ambalajlamanın etkileri üzerine yaptıkları çalışmada, yapışkanlık değerlerinin 0.68-0.85 değerleri arasında değiştiğini kaydetmişlerdir. Casquete ve ark. (2011) geleneksel İspanyol tipi sucuk üretiminde starter kültür kullanımı üzerine yaptıkları çalışmada, ürün gruplarının yapışkanlık değerlerinin 0.70-0.79 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

İç yapışkanlık değerini etkileyen birçok faktör mevcuttur. Sucuk formülasyonu ve kullanılan yağ oranı bunlardan en önemlileri arasındadır (Ergönül ve ark., 2009). Çalışmamızda, iç yapışkanlık değerinde literatür verilerine benzer sonuçlar elde edilmiş, depolama seyrinde ise bu değer azalmıştır. İlave edilen yulaf kepeği seviyesine bağlı olarak iç yapışkanlık değeri yine diğer çalışmalarda olduğu şekilde artmıştır. *L. acidophilus* DSM 20079 inoküle edilmiş sucuk numunelerinin iç yapışkanlık değerinin, diğer probiyotik bakteri gruplarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Starter kültür kullanılan çalışmaların bir kısmında kontrole göre daha yüksek iç yapışkanlık değeri belirlenirken, bir kısmında ise daha düşük iç yapışkanlık değerinin elde edildiği, bu durumun da bakterilerin ürettiği hücre dışı polimerik maddelerden (Gürtekin ve ark., 2018) kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür. İlave edilen YK'nin nem tutma özelliğinin de, iç yapışkanlık değerinde artışa sebebiyet verebileceği düşünülmüştür.

4.9.5. Sakızımsılık (Gumminess)

Farklı oranlarda yulaf kepeği eklenen ve çeşitli probiyotik bakteriler ile inoküle edilen sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca sakızımsılık değerlerindeki değişikliğine ilişkin yapılan Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.34'de verilmiştir.

Çizelge 4.34. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde sakızımsılık değerlerinin değişimine ilişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Depolama (A)	2	592328585	296164293	1347,11**
Kepek Seviyesi (B)	3	95280642	31760214	144,46**
Probiyotik Suş (C)	3	5228296	1742765	7,93**
AxB	6	11253076	1875513	8,53**
AxC	6	3106134	517689	2,35*
BxC	9	15081708	1675745	7,62**
AxBxC	18	21767662	1209315	5,50**
Hata	96	21105688	219851	
Toplam	143	765151791		

** p<0.05 seviyesinde önemli, **p<0.01 seviyesinde önemli*

Yapılan Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde sakızımsılık değerleri üzerine depolama, sucuğa katılan yulaf kepeği miktarı ve inoküle edilen bakteriler ile bunların interaksiyonları istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.35'te verilmiştir.

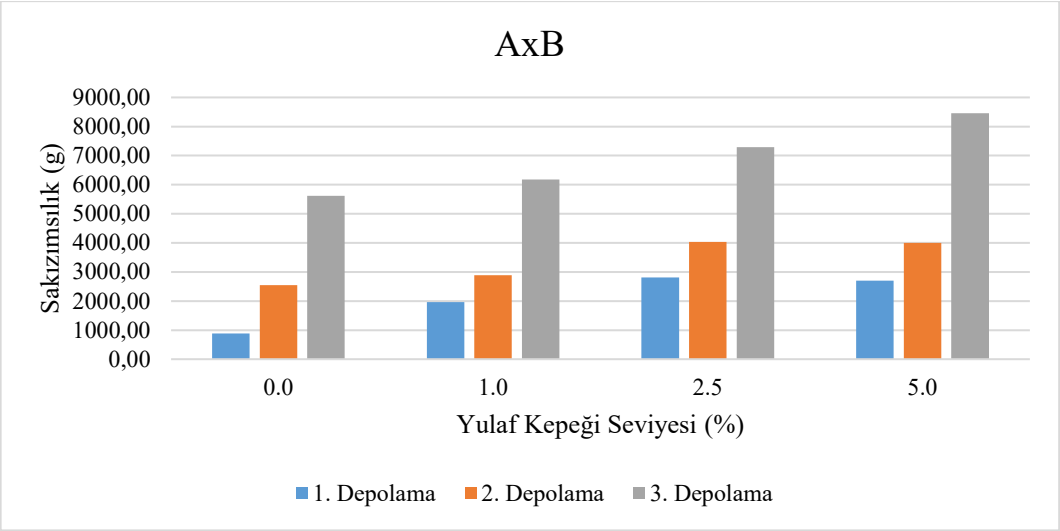
Yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçlarına göre depolama sürecinde sucuk numunelerinin sakızımsılık değerleri depolama süreci boyunca artmış, yulaf kepeği ilavesi ile de yine artış göstermiştir. Bakteri çeşitlerinin sakızımsılık değeri üzerine etkisinde ise *L. acidophilus* NCFM inoküle edilmiş numunelerin sakızımsılık değeri en düşük çıkarken, diğer gruplar birbirine benzer ve yüksek çıkmıştır.

Sucuğa inoküle edilen bakterilerin sucuk örneklerinin sakızımsılık değerleri üzerine etkilerini görmek üzere Şekil 4.31'de yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu, Şekil 4.32'de depolama (gün) x probiyotik bakteri suşu interaksiyonu ve Şekil 4.33'te yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suçu interaksiyonu verilmiştir.

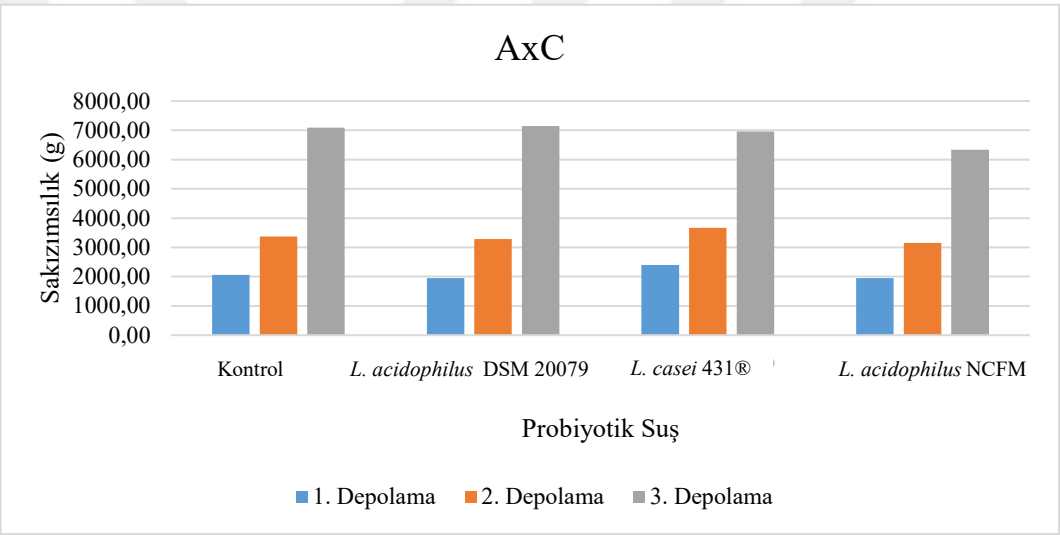
Çizelge 4.35. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde sakızımsılık değerlerindeki değişimine ilişkin Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçları

Depolama (Gün) – (A)	**n**	***Sakızımsılık(g)***
1. Depolama	48	2088.80±963.6^{c}
2. Depolama	48	3367.28±918.6^{b}
3. Depolama	48	6885.49±1379.9^{a}
Kepek Oranı(%) – (B)		
%0 (Kontrol)	36	3012.22±2051^{d}
%1 Yulaf Kepeği	36	3676.45±1937^{c}
%2.5 Yulaf Kepeği	36	4713.91±2120^{b}
%5 Yulaf Kepeği	36	5052.84±2585^{a}
Probiyotik Suş – (C)		
Kontrol	36	4172.17±2332^{a}
L. acidophilus DSM 20079	36	4125.38±2628^{a}
L. acidophilus NCFM	36	3815.06±2074^{b}
L. casei 431®	36	4342.81±2251^{a}
AxB		
1. Depolama x %0 (Kontrol)	12	879.50±202.0^{g}
1. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	1957.98±732.3^{f}
1. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	2815.05±647.5^{e}
1. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	2702.66±608.6^{e}
2. Depolama x %0 (Kontrol)	12	2543.23±394.9^{ef}
2. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	2891.32±520.9^{e}
2. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	4033.28±1015.5^{d}
2. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	4001.30±488.9^{d}
3. Depolama x %0 (Kontrol)	12	5613.94±778.0^{c}
3. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	6180.04±635.0^{c}
3. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	7293.41±1076.6^{b}
3. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	8454.57±891.4^{a}
AxC		
1. Depolama x Kontrol	12	2056.61±1066^{d}
1. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	1945.08±1052^{d}
1. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	1951.67±887^{d}
1. Depolama x *L. casei* 431®	12	2401.83±887^{d}
2. Depolama x Kontrol	12	3366.62±821^{c}
2. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	3283.96±859^{c}
2. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	3152.58±714^{c}
2. Depolama x *L. casei* 431®	12	3665.98±1237^{c}
3. Depolama x Kontrol	12	7093.28±772^{a}
3. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	7147.10±2052^{a}
3. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	6340.95±1076^{b}
3. Depolama x *L. casei* 431®	12	6960.63±1312^{ab}
BxC		
%0 (Kontrol) x Kontrol	9	3195.18±2443^{efg}
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* DSM 20079	9	2657.50±1770^{g}
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* NCFM	9	2727.54±1884^{fg}
%0 (Kontrol) x *L. casei* 431®	9	3468.69±2292^{def}
%1 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	4045.28±2126^{cd}
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	3318.49±1997^{defg}
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	3803.55±2308de
%1 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	3538.47±1499de
%2.5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	4619.79±2208^{bc}
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	5059.60±2803^{ab}
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	3847.16±1526^{cde}
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	5329.11±1788^{ab}
%5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	4828.44±2575^{ab}
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	5465.94±3013^{a}
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	4882.02±2234^{ab}
%5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	5034.98±2872^{ab}

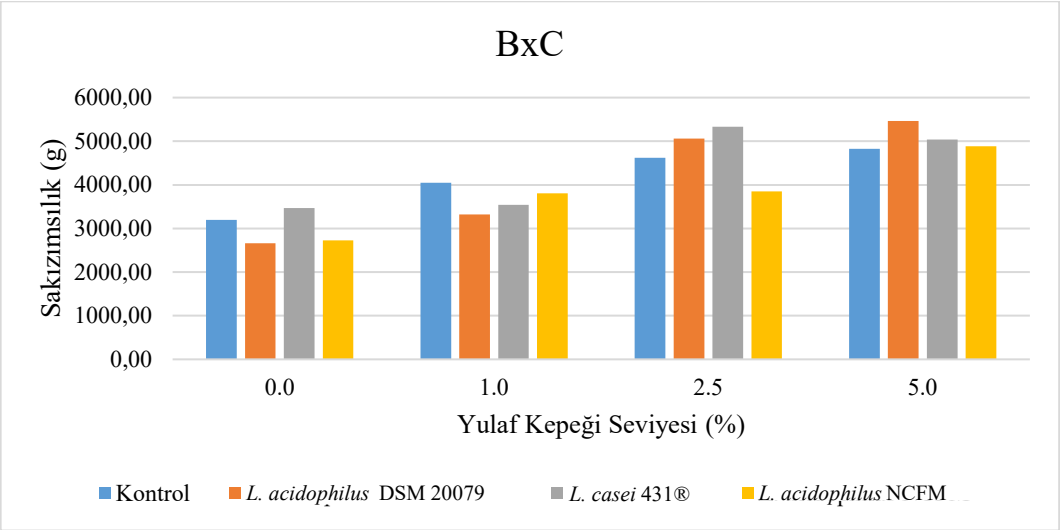
*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.



Şekil 4.31. Sucuk örneklerinin sakızımsılık değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu



Şekil 4.32. Sucuk örneklerinin sakızımsılık değeri üzerine depolama (gün) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu



Şekil 4.33. Sucuk örneklerinin sakızımsılık değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu

Şekil 4.31'de sucuk örneklerinin sakızımsılık değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu gösterilmiş olup, grafikte görüldüğü üzere depolama süreci boyunca sakızımsılık değeri artmış, yulaf kepeği ilavesi ile birlikte yine sakızımsılık değerinde artış gözlenmiştir. Şekil 4.32'de sucuk örneklerinin sakızımsılık değeri üzerine depolama (gün) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu gösterilmiştir. Grafikte görüldüğü üzere depolama süreci boyunca kontrol ve probiyotik bakteri inoküle edilen tüm örneklerin sakızımsılık değerinde artış gözlenmiştir. Şekil 4.33'te ise sucuk örneklerinin sakızımsılık değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu verilmiştir. Yulaf kepeği seviyesindeki artış ile kontrol ve probiyotik bakteri suşu inoküle edilen sucukların sakızımsılık değerinde artışın olduğu görünmektedir.

Dertli ve ark. (2016) *in situ* ekzopolisakkarit üretiminin ve fermantasyon koşullarının Türk tipi fermente sucukların fizikokimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel ve mikroyapısal özellikleri üzerine etkilerini incelediği çalışmada, 8 – 16 gün aralığındaki fermantasyon sonrası sakızımsılık değerlerini 1535 g – 4005 g aralığında belirlemişlerdir.

Ekici ve ark. (2015) siyah havuç konsantresinin sucuğun çeşitli özellikleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, 12 günlük fermantasyon sonrası sakızımsılık değerini 280 – 462 aralığında belirlemişlerdir.

Kargozari ve ark. (2014) Siahmazgi peynirinden izole edilen otokton starter kültürlerin Türk kuru fermente sucukların fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerini inceledikleri çalışmada, sakızımsılık değerinin 15 günlük olgunlaştırma sürecinde önce arttığını, sonra kısmi bir azalıştan sonra 15000 g'a kadar tekrar arttığını tespit etmişlerdir.

Bağdatlı (2013) yapmış olduğu çalışmada, sakızımsılık değerini 22959 – 33099 g aralığında tespit etmiştir. Olivares ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada, %10 yağlı kuru fermente sosis örneklerine ait ortalama sakızımsılık değerini 32.4 N, %20 yağlı kuru fermente sosis örneklerine ait ortalama sakızımsılık değerini 32.0 N ve %30 yağlı kuru fermente sosis örneklerine ait ortalama sakızımsılık değerini 28.5 N olarak bulmuşlardır.

Ergönül (2009), farklı probiyotik kültürler kullanılarak ürettiği hindi sucuklarının sakızımsılık değerlerinin olgunlaşma sonunda 3.20-4.51 kg arasında değiştiğini bildirmiştir.

Uz (2008), kepek ilavesi ile üretilen sucuklarda sakızımsılık değerinin kepek ilavesi oranı arttıkça arttığını tespit etmiştir.

Gimeno ve ark. (2000), piyasadan temin ettikleri sosislerde sakızımsılık değerlerini 2.460– 3.592 g arasında tespit ettiklerini belirtmişlerdir.

Rao ve ark. (1997), tavuk nuggetlarına buğday unu ve kalsiyum kazeinat ilavesinin sakızımsılık değerini arttırdığını tespit ettiklerini belirtmişlerdir.

Demir (2013), şalgam suyu ilavesi ile üretilmiş fermente sucuklarda analiz sonucunda başlangıç sonuçları K, Ş2, Ş5, Ş10 ve N için sırasıyla, 1.70 kg, 1,85 kg, 1.66 kg, 2.03 kg ve 0.89 kg olarak bulmuştur. 30. gün analiz sonuçları ise sırasıyla, 3.55 kg, 3.97 kg, 4.87 kg, 4.29 kg ve 4.22 kg olarak tespit etmiş, sucuk örneklerinin sakızımsılık değerlerinin, depolama süresi boyunca artış gösterdiğini bildirmiştir.

Yapılan bu çalışmada, sakızımsılık değeri diğer çalışmalarda olduğu gibi depolama süreci boyunca artmış ve YK ilavesi ile de kullanım seviyesine bağlı olarak sürekli artış göstermiştir. İnoküle edilen bakterilerde yalnızca *L. acidophilus* NCFM probiyotik bakterisi inoküle edilen örneklerde sakızımsılık azalmış, kontrol ve diğer gruplarda ise benzer ve daha yüksek sakızımsılık değeri belirlenmiştir. Benzer bir olgu kepek ilave edilen çalışmalarda da görülmüş, kepek ilavesinin sakızımsılık değerini yükselttiği bildirilmiştir.

4.9.6. Çiğnenebilirlik (Chewiness)

Farklı oranlarda yulaf kepeği eklenen ve çeşitli probiyotik bakteriler ile inoküle edilen sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca çiğnenebilirlik değerlerindeki değişikliğine ilişkin yapılan Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Çizelge 4.36. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde çiğnenebilirlik değerlerinin değişimine ilişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Depolama (A)	2	88205048	44102524	260,21**
Kepek Seviyesi (B)	3	41693470	13897823	82,00**
Probiyotik Suş (C)	3	2687862	895954	5,29**
AxB	6	5534235	922372	5,44**
AxC	6	965824	160971	0,95
BxC	9	5881117	653457	3,86**
AxBxC	18	14766069	820337	4,84**
Hata	96	16271135	169491	
Toplam	143	176004760		

** p<0.05 seviyesinde önemli, **p<0.01 seviyesinde önemli,*

Yapılan Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde çiğnenebilirlik değerleri üzerine depolama x bakteri çeşidi interaksiyonu istatistiksel olarak önemsiz çıkmış, bunun dışındaki tüm faktörler ve interaksiyonları istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$)

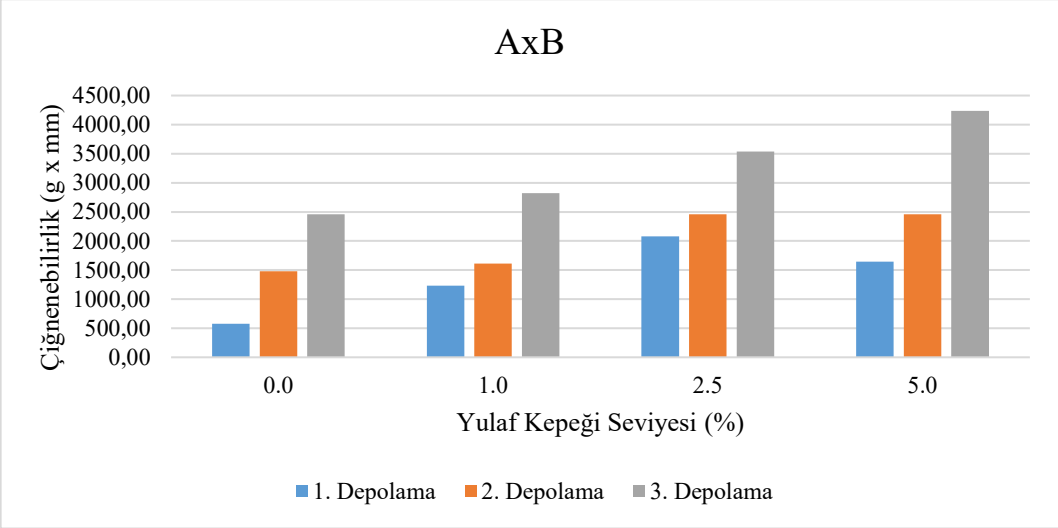
bulunmuştur. Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.37'de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde çiğnenebilirlik değerlerindeki değişimine ilişkin Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçları

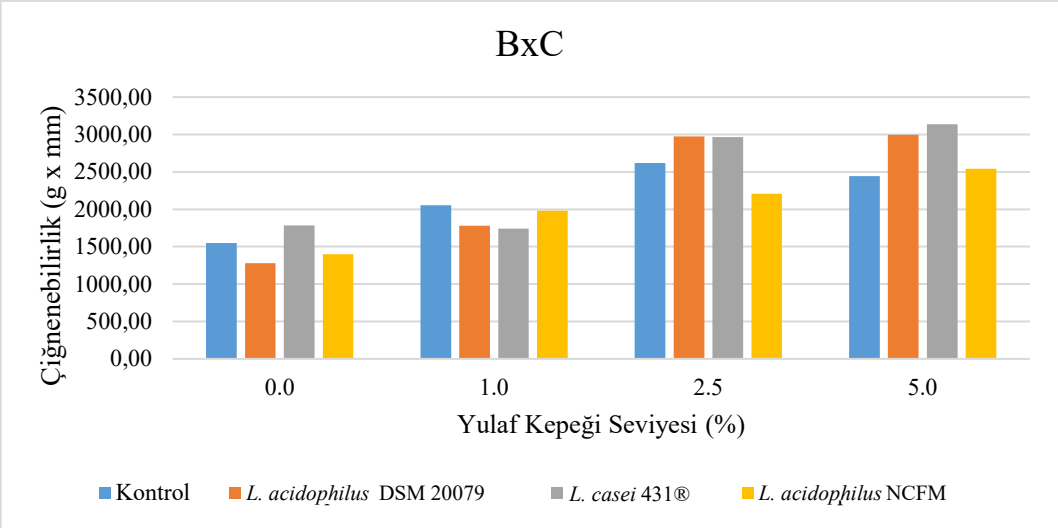
Depolama (Gün) – (A)	**n**	**Çiğnenebilirlik(gxmm)**
1. Depolama	48	1382.45±680.7 [c]
2. Depolama	48	2002.41±684.8 [b]
3. Depolama	48	3263.46±967.3 [a]
Kepek Oranı(%) – (B)		
%0 (Kontrol)	36	1503.58±830.7 [c]
%1 Yulaf Kepeği	36	1889.46±795.7 [b]
%2.5 Yulaf Kepeği	36	2691.90±896.8 [a]
%5 Yulaf Kepeği	36	2779.48±1307.7 [a]
Probiyotik Suş – (C)		
Kontrol	36	2166.82±1003 [ab]
L. acidophilus DSM 20079	36	2257.75±1220 [ab]
L. acidophilus NCFM	36	2032.22±2032 [b]
L. casei 431®	36	2407.64±1309 [a]
AxB		
1. Depolama x %0 (Kontrol)	12	574.86±169.4 [g]
1. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	1231.58±476.6 [f]
1. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	2080.93±497 [de]
1. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	1642.43±366.8 [ef]
2. Depolama x %0 (Kontrol)	12	1477.44±385.4 [f]
2. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	1612.37±339.5 [ef]
2. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	2458.78±762 [cd]
2. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	2461.04±486 [cd]
3. Depolama x %0 (Kontrol)	12	2458.45±286.5 [cd]
3. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	2824.44±103 [c]
3. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	3535.99±698.1 [b]
3. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	4234.97±1112.9 [a]
AxC		
1. Depolama x Kontrol	12	1304.28±762.4
1. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	1308.93±758.4
1. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	1383.32±696.4
1. Depolama x *L. casei* 431®	12	1533.28±548.6
2. Depolama x Kontrol	12	1969.22±506.3
2. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	2089.41±732.8
2. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	1767.62±470.4
2. Depolama x *L. casei* 431®	12	2183.37±940.2
3. Depolama x Kontrol	12	3226.95±529.5
3. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	3374.90±1117.3
3. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	2945.73±466.6
3. Depolama x *L. casei* 431®	12	3506.27±1436.1
BxC		
%0 (Kontrol) x Kontrol	9	1551.31±879.1 [efg]
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* DSM 20079	9	1278.00±686.6 [g]
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* NCFM	9	1398.52±884.2 [fg]
%0 (Kontrol) x *L. casei* 431®	9	1786.50±911.3 [defg]
%1 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	2052.38±906.6 [cdef]
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	1782.17±848.6 [defg]
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	1982.68±748.4 [cdef]
%1 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	1740.63±500.6 [efg]
%2.5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	2617.98±1031.9 [abc]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	2974.81±1064.6 [ab]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	2207.04±478.7 [cde]
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	2967.77±803 [ab]
%5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	2445.60±990.3 [bcd]
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	2996.01±686.6 [ab]
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	2540.65±754 [abc]
%5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	3135.66±911.3 [a]

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır

Yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçlarına göre depolama sürecinde sucuk numunelerinin çiğnenebilirlik değerleri depolama süreci boyunca artmış, yulaf kepeği ilavesi ile de yine artış göstermiştir. Bakteri çeşitleri içerisinde *L. casei* 431® en yüksek çiğnenebilirlik değerine sahipken, en düşük çiğnenebilirlik değeri *L. acidophilus* NCFM inoküle edilmiş sucuk örneklerinde bulunmuştur.



Şekil 4.34. Sucuk örneklerinin çiğnenebilirlik değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu.



Şekil 4.35. Sucuk örneklerinin çiğnenebilirlik değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu

Şekil 4.34'te sucuk örneklerinin çiğnenebilirlik değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu gösterilmiş olup, grafikte görüldüğü üzere depolama süreci boyunca çiğnenebilirlik değeri artmış, yulaf kepeği ilavesi ile birlikte yine çiğnenebilirlik değerinde yükseliş gözlenmiştir. Şekil 4.35'te ise sucuk örneklerinin çiğnenebilirlik değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları

interaksiyonu verilmiştir. Yulaf kepeği seviyesinde artış ile kontrol ve probiyotik bakteri suşu inoküle edilen sucuk numunelerinin çiğnenebilirlik değeri artış göstermiştir.

Demirel ve Gürler (2018) doğal mikrobiyotaların üretim sırasında sucuğun renk, tekstür ve duyusal özelliklerine etkisini incelediği çalışmada, kontrole göre 3 farklı starter kültür karışımı inoküle ettiği sucukların çiğnenebilirlik değerini 1263 g.s – 1742 g.s aralığında belirlemişlerdir.

Dertli ve ark. (2016) *in situ* ekzopolisakkarit üretiminin ve fermantasyon koşullarının Türk tipi fermente sucukların fizikokimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel ve mikroyapısal özellikleri üzerine etkilerini incelediği çalışmada, 8 – 16 gün aralığındaki fermantasyon sonrası çiğnenebilirlik değerini 932 g.s ile 2679 g.s aralığında belirlemişlerdir.

Džinić ve ark. (2016) Sırbistan'da üretilen kuru fermente bir sucuk olan Čajna Kobasica'nın kimyasal, tekstürel, duyusal özellikleri ve renk parametrelerini belirlemeye çalıştığı çalışmada, çiğnenebilirlik değerini 1843 – 3857 g.s aralığında tespit etmiştir.

Ekici ve ark. (2015) siyah havuç konsantresinin sucuğun çeşitli özellikleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, 12 günlük fermantasyon sonrası çiğnenebilirlik değerini 159 – 279 aralığında tespit etmişlerdir.

Kargozari ve ark. (2014) Siahmazgi peynirinden izole edilen otokton starter kültürlerin Türk kuru fermente sucukların fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerini inceledikleri çalışmada, çiğnenebilirlik değerinin 15 günlük olgunlaştırma sürecinde artan, kısmen azalan ve sonrasında tekrar artan bir eğilim gösterdiğini ve 8000 g.s'ye kadar ulaştığını belirlemişlerdir.

Bağdatlı (2013), sucuk numunelerinde çiğnenebilirlik değerlerini 5729 - 10002 aralığında tespit etmiştir.

Uz (2008) az yağlı sucuklara buğday kepeği ilave ettiği çalışmada, çiğnenebilirlik değerinin kepek ilavesiyle arttığını tespit etmiştir.

Gimeno ve ark. (2000), piyasadan temin ettikleri sosislerde çiğnenebilirlik değerlerini 1.436–2.072 N mm arasında tespit ettiklerini belirtmişlerdir

Demir (2013), şalgam suyu ilave ederek ürettiği fermente sucukların çiğnenebilirlik değerini 30 günlük depolama sürecinde arttığını tespit etmiştir.

Steenblock ve ark. (2001) Bologna ve Frankfurter tipi sucuklara ilave ettikleri yulaf lifinin etkisini inceledikleri çalışmada, Bologna tipi sucukların çiğnenebilirliğinin ilave edilen yulaf lifi ile etkilenmediğini, Frankfurter sucuklarda ise yulaf lifi ilave edilen örneklerde çiğneneblirlik değerinin arttığını tespit etmişlerdir.

Atik (2013), sığır etinden üretmiş olduğu sucuk numunelerinin 30. güne kadar çiğnenebilirlik değerinin arttığını tespit etmiştir.

Bozkurt ve Bayram (2006) "olgunlaşma sürecinde sucuğun renk ve tekstür özellikleri" adlı çalışmalarında, sucuk numunelerinin olgunlaşma aşamasında çiğnenebilirlik değerlerinin 398 ile 3693 arasında değiştiğini kaydetmişlerdir.

Çalışmamızda, çiğnenebilirlik değeri diğer çalışmalarda olduğu gibi depolama süreci boyunca yükselmiş ve YK ilavesi ile de seviyeye bağlı olarak sürekli yükselme göstermiştir. İnoküle edilen bakterilerde yalnızca *L. acidophilus* NCFM probiyotik bakterisi inoküle edilen örneklerde çiğnenebilirlik değeri düşük çıkmış, *L. acidophilus* DSM 20079 inoküle edilmiş örneklerde ise yüksek çiğnenebilirlik değeri belirlenmiştir. Benzer bir olgu kepek ilave edilen çalışmalarda da görülmüş, kepek ilavesinin çiğnenebilirlik değerini sükselttiği bildirilmiştir. Olgunlaşma şartları fermantasyon ve kuruma derecesi sucuğun çiğnenebilirlik değerlerini etkiler. Olgunlaşma süresince fermantasyon aşamasında artan asitliğe bağlı olarak protein denatürasyonunun gerçekleşmesi, kuruma aşamasında ise serbest suyun uzaklaşması nedeniyle ürün daha sert bir yapı kazanarak çiğnenmeye karşı direnci artar. Nitekim çiğnenebilirliği sertlikteki değişimden doğru orantılı olarak etkilendiği de bildirilmiştir (Ergönül, 2009).

4.9.7. Esneklik (Resilience)

Farklı oranlarda yulaf kepeği eklenen ve çeşitli probiyotik bakteriler ile inoküle edilen sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca esneklik değerlerindeki değişikliğine ilişkin yapılan Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.38'de verilmiştir.

Çizelge 4.38. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde esneklik değerlerinin değişimine ilişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Depolama (A)	2	0,100081	0,050041	332,63**
Kepek Seviyesi (B)	3	0,009487	0,003162	21,02**
Probiyotik Suş (C)	3	0,001767	0,000589	3,91**
AxB	6	0,009382	0,001564	10,39**
AxC	6	0,003407	0,000568	3,77**
BxC	9	0,004566	0,000507	3,37**
AxBxC	18	0,006136	0,000341	2,27**
Hata	96	0,014442	0,000150	
Toplam	143	0,149270		

** p<0.05 seviyesinde önemli, **p<0.01 seviyesinde önemli*

Yapılan Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde, esneklik değerleri üzerine depolama, sucuğa katılan yulaf kepeği miktarı ve inoküle edilen bakteriler ile bunların interaksiyonları istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ortalamalar

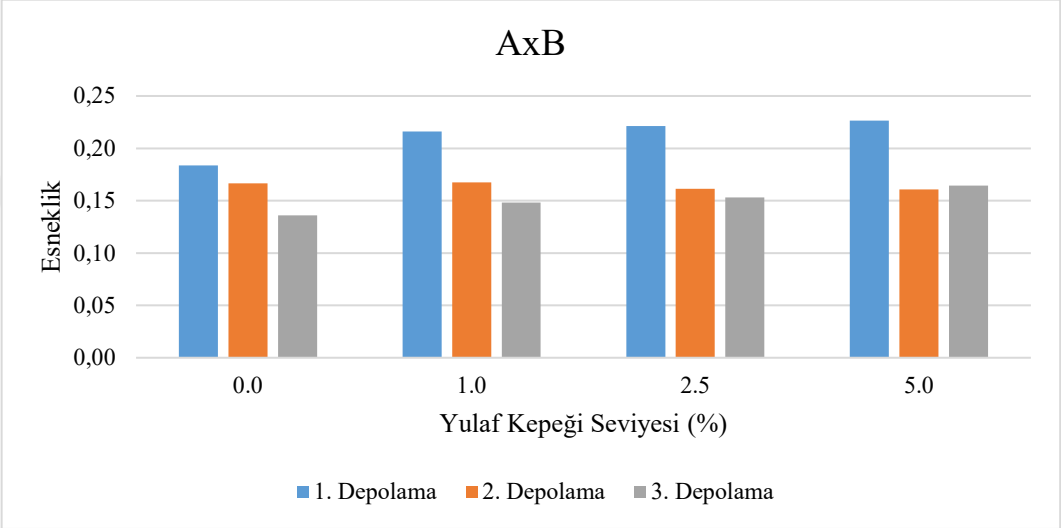
üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.39'da verilmiştir.

Çizelge 4.39. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde esneklik değerlerindeki değişimine ilişkin Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçları

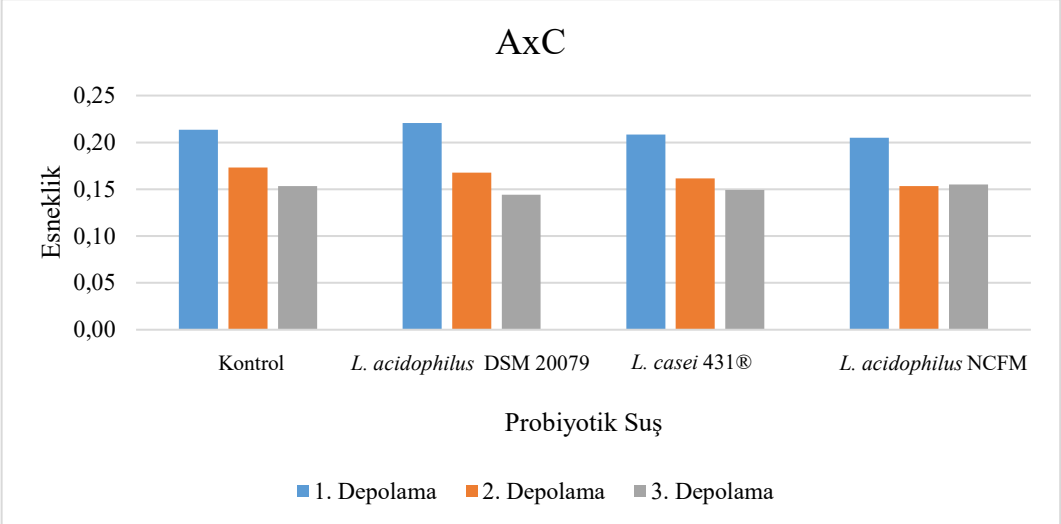
Depolama (Gün) – (A)	**n**	***Esneklik***
1. Depolama	48	0.211±0.025^{a}
2. Depolama	48	0.164±0.015^{b}
3. Depolama	48	0.150±0.015^{c}
Kepek Oranı(%) – (B)		
%0 (Kontrol)	36	0.162±0.023^{b}
%1 Yulaf Kepeği	36	0.177±0.033^{a}
%2.5 Yulaf Kepeği	36	0.178±0.035^{a}
%5 Yulaf Kepeği	36	0.183±0.034^{a}
Probiyotik Suş – (C)		
Kontrol	36	0.180±0.032^{a}
L. acidophilus DSM 20079	36	0.177±0.040^{ab}
L. acidophilus NCFM	36	0.171±0.027^{b}
L. casei 431®	36	0.173±0.030^{ab}
AxB		
1. Depolama x %0 (Kontrol)	12	0.183±0.007^{b}
1. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	0.216±0.019^{a}
1. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	0.221±0.022^{a}
1. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	0.226±0.021^{a}
2. Depolama x %0 (Kontrol)	12	0.166±0.013^{c}
2. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	0.167±0.020^{bc}
2. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	0.161±0.013^{cd}
2. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	0.160±0.015^{cd}
3. Depolama x %0 (Kontrol)	12	0.136±0.015^{e}
3. Depolama x %1 Yulaf Kepeği	12	0.148±0.006^{de}
3. Depolama x %2.5 Yulaf Kepeği	12	0.153±0.013^{cd}
3. Depolama x %5 Yulaf Kepeği	12	0.164±0.005^{cd}
AxC		
1. Depolama x Kontrol	12	0.213±0.028^{a}
1. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	0.220±0.030^{a}
1. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	0.205±0.020^{a}
1. Depolama x *L. casei* 431®	12	0.208±0.019^{a}
2. Depolama x Kontrol	12	0.173±0.016^{b}
2. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	0.167±0.017^{bc}
2. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	0.153±0.006^{cde}
2. Depolama x *L. casei* 431®	12	0.161±0.013^{bcd}
3. Depolama x Kontrol	12	0.153±0.013^{cde}
3. Depolama x *L. acidophilus* DSM 20079	12	0.144±0.021^{e}
3. Depolama x *L. acidophilus* NCFM	12	0.155±0.009^{cde}
3. Depolama x *L. casei* 431®	12	0.149±0.012^{de}
BxC		
%0 (Kontrol) x Kontrol	9	0.165±0.023^{cde}
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* DSM 20079	9	0.152±0.031^{e}
%0 (Kontrol) x *L. acidophilus* NCFM	9	0.161±0.020^{de}
%0 (Kontrol) x *L. casei* 431®	9	0.169±0.018^{bcde}
%1 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	0.175±0.026^{abcd}
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	0.189±0.041^{ab}
%1 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	0.171±0.024^{bcde}
%1 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	0.173±0.041^{abcd}
%2.5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	0.187±0.037^{ab}
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	0.185±0.043^{abc}
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	0.170±0.028^{bcde}
%2.5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	0.171±0.033^{bcde}
%5 Yulaf Kepeği x Kontrol	9	0.191±0.038^{a}
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* DSM 20079	9	0.182±0.038^{abc}
%5 Yulaf Kepeği x *L. acidophilus* NCFM	9	0.182±0.036^{abc}
%5 Yulaf Kepeği x *L. casei* 431®	9	0.178±0.028^{abcd}

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.

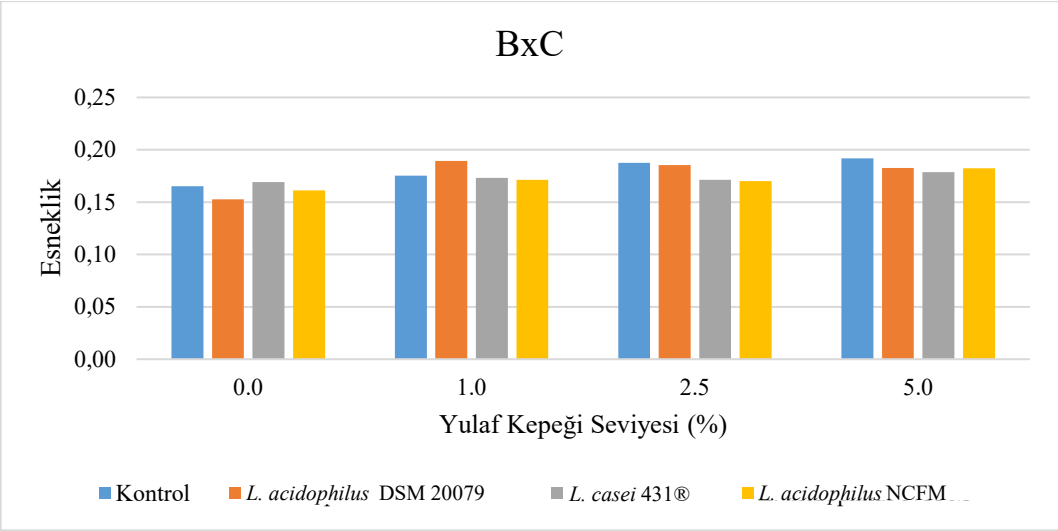
Yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma analiz sonuçlarına göre depolama sürecinde sucuk numunelerinin esneklik değerleri depolama süreci boyunca azalmış, yulaf kepeği ilavesi ile de yine artış göstermiş fakat kontrolde en düşük esneklik değeri bulunurken, ilave edilen YK oranlarının esneklik değeri sonuçları birbirine benzer, kontrolden yüksek çıkmıştır. Bakteri çeşitlerinin esneklik değeri üzerine etkisinde ise en yüksek esneklik değeri kontrolde bulunmuş, en düşük esneklik değeri ise *L. acidophilus* NCFM inoküle edilmiş numunelerde tespit edilmiştir.



Şekil 4.36. Sucuk örneklerinin esneklik değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu.



Şekil 4.37. Sucuk örneklerinin esneklik değeri üzerine depolama (gün) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu



Şekil 4.38. Sucuk örneklerinin esneklik değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu.

Şekil 4.36'da sucuk örneklerinin esneklik değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x depolama (gün) interaksiyonu gösterilmiş olup, grafikte görüldüğü üzere depolama süreci boyunca esneklik değeri azalmıştır. Şekil 4.37'de sucuk örneklerinin esneklik değeri üzerine depolama (gün) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu gösterilmiştir. Grafikte görüldüğü üzere depolama süreci boyunca kontrol ve probiyotik bakteri inoküle edilen tüm örneklerin esneklik değeri azalmıştır. Şekil 4.38'de ise sucuk örneklerinin esneklik değeri üzerine yulaf kepeği seviyesi (%) x probiyotik bakteri suşları interaksiyonu verilmiştir. En düşük esneklik değeri yulaf kepeği içermeyen *L. acidophilus* DSM 20079 inoküle edilmiş numunelerde görünürken, probiyotik bakteri inoküle edilmemiş %5 YK içeren sucuk numunelerinin esneklik değeri ise en yüksek çıkmıştır.

Demirel ve Gürler (2018) doğal mikrobiyotaların üretim sırasında sucuğun renk, tekstür ve duyusal özelliklerine etkisini incelediği çalışmada, kontrole göre 3 farklı starter kültür karışımı inoküle ettiği sucukların esneklik değerini 0.25 – 0.28 aralığında belirlemiş ve starter kültür ilave edilen grupların bazılarının esneklik değerini artırdığını tespit etmişlerdir.

Ekici ve ark. (2015) siyah havuç konsantresinin sucuğun çeşitli özellikleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, 12 günlük fermantasyon sonrası esneklik değerini 0.13-0.20 aralığında bulmuşlardır.

Kargozari ve ark. (2014) Siahmazgi peynirinden izole edilen otokton starter kültürlerin Türk kuru fermente sucukların fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerini inceledikleri çalışmada, esneklik değerini birkaç güç içerisinde yaklaşık 0.15-0.20 aralığına geldiği, sonraki 15 günlük süreçte kısmen azaldığı gösterilmiştir.

Demir (2013), fermente sucuğa ilave ettiği şalgam suyunun sucuğun esneklik değerlerini 0. gün K, Ş2, Ş5, Ş10 ve N için sırasıyla 0.28, 0.29, 0.28, 0.29 ve 0.21 olarak bulmuştur. Depolama süresince esneklik değerleri azalmış ve sucuk örneklerinin esneklik değerleri 0,20 ile 0,23 arasında tespit etmiştir.

Atik (2013), keçi etlerinin sucuk üretiminde kullanılması üzerine yaptığı araştırmada sucuk numunelerinin esneklik değerini 0.14 – 0.17 aralığında tespit etmiştir.

Bozkurt ve Bayram (2006) yaptıkları çalışmalarında, geri itme kuvveti değerinin olgunlaşmanın başından sonuna kadar belirgin bir farklılık göstermediğini ve bu değerin 0.25 dolaylarında seyrettiğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda, esneklik değeri diğer çalışmalarda olduğu gibi depolama süreci boyunca azalmış ve YK ilavesinde ise orandan bağımsız olarak kontrole göre daha yüksek esneklik değeri belirlenmiştir. İnoküle edilen bakterilerde *L. acidophilus* NCFM probiyotik bakterisi inoküle edilen örneklerde esneklik değeri düşük çıkmış, kontrol grubu örneklerde ise yüksek esneklik değeri belirlenmiştir. Diğer çalışmalarda da starter kültür ilavesinde bazı kültürlerin bu değeri artırıcı yönde etkilediği rapor edilmişken, bir kısmının ise esnekliği azalttığı bildirilmiştir.

4.9.8. TPA korelasyon sonuçları

Tekstür parametrelerine ilişkin değerler arasında belirli bir yakınlık ilişkisi olduğu bilinmektedir. Bununla ilgili olarak TPA değerlerinin korelasyon testi sonuçları Çizelge 4.40.'da sunulmuştur.

Çizelge 4.40. Tekstür profil parametrelerine ait ölçümlerin Pearson korelasyon testi

	Sertlik	Dış Yap.	Elastikiyet	İç Yapış.	Sakızımsılık	Çiğneneb.
Dış Yapışkanlık	-0.784**					
Elastikiyet	-0.568**	0.661**				
İç Yapışkanlık	-0.684**	0.832**	0.622**			
Sakızımsılık	0.980**	-0.736**	-0.517**	-0.599**		
Çiğnenebilirlik	0.884**	-0.597**	-0.299**	-0.453**	0.927**	
Esneklik	-0.587**	0.765**	0.565**	0.868**	-0.489**	-0.354**

**$p<0.01$ seviyesinde önemli.

Çizelge 4.40'da görüldüğü üzere, yapılan korelasyon analizinde tekstür parametrelerinin tamamında bir korelasyon bulunmuş, sertlik değeri ile; sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinde pozitif doğrusal korelasyon, elastikiyet, iç yapışkanlık ve esneklik değerleri ile ise negatif lineer korelasyon tespit edilmiştir. Dış yapışkanlık değeri ile; elastikiyet, iç yapışkanlık ve esneklik değerleri arasında pozitif doğrusal korelasyon

tespit edilmiş, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinde ise negatif doğrusal korelasyon belirlenmiştir. Elastikiyet değerleri ile; iç yapışkanlık ve esneklik değerleri pozitif, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerleri negatif lineer korelasyon olduğu belirlenmiştir. İç yapışkanlık değerleri ile; esneklik arasında pozitif doğrusal korelasyon, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinde ise negatif doğrusal korelasyon bulunmuştur. Sakızımsılık değerleri ile çiğnenebilirlik değeri arasında pozitif, esneklik arasında ise negatif lineer korelasyon tespit edilmiştir. Çiğnenebilirlik değerleri ile esneklik değerleri arsında da negatif lineer korelasyon tespit edilmiştir.

4.10. Toplam Laktik Asit Bakteri Sayım Sonuçları

Farklı oranlarda yulaf kepeği eklenen ve çeşitli probiyotik bakteriler ile inoküle edilen sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca toplam laktik asit bakteri sayılarındaki değişikliğe ilişkin yapılan Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.41'de verilmiştir.

Çizelge 4.41. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde toplam laktik asit bakteri sayılarındaki değişime ilişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Depolama (A)	2	0,447	0,2234	2,80*
Kepek Seviyesi (B)	3	0,023	0,0077	0,10
Probiyotik Suş (C)	3	89,873	29,9576	374,87**
AxB	6	0,484	0,0807	1,01
AxC	6	2,945	0,4908	6,14**
BxC	9	1,688	0,1875	2,35*
AxBxC	18	1,295	0,0719	0,90
Hata	96	7,672	0,0799	
Toplam	143	104,426		

** p<0.05 seviyesinde önemli, **p<0.01 seviyesinde önemli*

Yapılan Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde, toplam laktik asit bakteri sayıları üzerine bakteri çeşidi ile depolama x bakteri çeşidi interaksiyonu istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuş, depolama ve kepek oranı x bakteri çeşidi ise istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Diğer faktör ve interaksiyonlar önemli çıkmamıştır. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde toplam laktik asit bakteri sayımları (log kob/g)'na ilişkin ortalamalar Çizelge 4.42'de verilmiştir.

Çizelge 4.42. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde toplam laktik asit bakteri sayımları (log cfu/g).

Probiyotik Bakteri Suşu	Yulaf Kepeği Seviyesi (%)	1. Depolama	2. Depolama	3. Depolama
Kontrol	0.0	7.80±0.35	7.73±0.34	6.93±0.01
	1.0	7.79±0.41	7.01±0.36	6.94±0.25
	2.5	7.72±0.38	6.91±0.32	7.01±0.20
	5.0	7.20±0.08	6.84±0.33	6.89±0.36
L. acidophilus DSM 20079	0.0	8.73±0.25	8.96±0.29	9.00±0.16
	1.0	8.86±0.30	9.05±0.07	9.01±0.05
	2.5	8.88±0.06	9.06±0.18	9.12±0.37
	5.0	8.92±0.15	8.97±0.13	9.17±0.26
L. casei 431®	0.0	8.95±0.13	8.87±0.11	8.87±0.30
	1.0	8.97±0.07	9.36±0.05	9.02±0.03
	2.5	9.03±0.37	8.74±0.19	9.01±0.16
	5.0	9.22±0.34	8.92±0.31	9.03±0.05
L. acidophilus NCFM	0.0	9.12±0.05	9.13±0.02	9.16±0.05
	1.0	9.03±0.22	9.06±0.04	9.13±0.24
	2.5	9.24±0.01	9.11±0.10	9.30±0.25
	5.0	9.28±0.12	9.25±0.31	9.18±0.19

Depolamanın birinci periyodunun sonu incelendiğinde kontrol grubu örneklerinin tüm kepek oranlarında da toplam laktik asit bakterisi miktarının 7.2-7.8 log kob/g aralığında seyrettiği görülürken, probiyotik ilaveli sucuklarda bu miktar 8.7-9.2 log kob/g aralığında görülmüştür. Depolamanın son periyodunda kontrol grubu tüm örneklerde toplam laktik asit bakteri sayısının 7 log kob/g civarına düştüğü fakat probiyotik ilaveli sucuklarda 9 log kob/g ve üzerinde bulunduğu gözlenmiştir. Depolama boyunca probiyotik bakteri ilavesi yapılan sucuklarda probiyotik içermeyen sucuklara nazaran daha fazla laktik asit bakterisi tespit edilmesi beklenen bir sonuçtur.

L. acidophilus DSM 20079 inoküle edilmiş % 0, 2.5 ve 5 oranında yulaf kepeği içeren sucuk örneklerinde depolama boyunca bir artış gözlenirken, %1 yulaf kepeği içeren *L. acidophilus* DSM 20079 ilaveli sucuklarda ise depolama sonunda az bir azalma görülmüştür. Depolama sonunda en düşük toplam laktik asit bakteri sayısı 9.00 log kob/g olmak üzere kepek içermeyen *L. acidophilus* DSM 20079 ilaveli sucuklarda görülürken, en yüksek sayı ise 9.17 log kob/g olmak üzere % 5 yulaf kepeği içeren sucuklarda tespit edilmiştir. *L. acidophilus* DSM 20079 içeren sucuklarda depolama sonunda laktik asit bakteri sayısında yulaf kepeğinin ciddi bir fark oluşturmadığı görülmektedir.

L. casei 431® içeren sucuklarda laktik asit bakteri sayısı *L. acidophilus* DSM 20079 içeren sucuklara göre depolama boyu daha dalgalı bir seyir gözlenmiştir. % 0 yulaf kepeği içeren sucuklarda depolama süresince istatistiksel olarak önemli bir değişim

gözlenmezken, % 1 yulaf kepeği içeren sucuklarda 15. gün sayımında önemli bir artış (0.39 log kob/g) ve % 2.5 yulaf kepeği içeren sucuklarda ise önemli bir azalış (0.29 log kob/g) görülse de sayılar depolamanın son periyodunda başlangıç sayılarına tekrar sabitlenmiştir. Depolama sonunda laktik asit bakteri sayısı % 0, 1, 2.5 ve 5 yulaf kepeği içeren sucuklarda sırasıyla 8.87, 9.02, 9.01 ve 9.03 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlarla da *L. acidophilus* DSM 20079 içeren sucuklarda olduğu gibi kepek ilavesinin beklenen oranda laktik asit bakterilerini etkilemediği söylenebilir.

L. acidophilus NCFM içeren sucuklarda tüm kepek oranlarında depolama süresince hem periyot olarak hem de kepek oranı olarak önemli bir fark gözlenememiştir. Farklar önemsiz olarak tespit edilse de depolama sonunda en yüksek laktik asit bakteri sayısı 9.30 log kob/g ile % 2.5 yulaf kepeği içeren sucukta görülürken, en düşük sayı ise 9.13 log kob/g ile % 1 yulaf kepeği içeren sucuklarda gözlenmiştir.

Depolamanın son gününde kontrol grubu sucuklar ile probiyotik sucuklar arasındaki yaklaşık 2 log'luk laktik asit bakterisi farkı inoküle edilen probiyotik suş varlığı sebebiyle normal bir sonuçtur ve literatüre uyumludur. Slima ve ark. (2018) probiyotik *Lactobacillus plantarum* TN18 ve *Pediococcus acidilactici* MA18/5M suşlarını sucuk fermantasyonunda ayrı ayrı kullandığı çalışmasında, probiyotik ilaveli sucuklar ile kontrol sucukların laktik asit bakteri sayısı arasında 2 log'luk bir farkın olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda yulaf kepeği varlığının laktik asit bakteri sayısını beklendiği oranda arttırmadığı görülürken, Slima ve ark. (2018) da probiyotik kültür olmaksızın yalnızca diyet lifi ilavesi ile yaptıkları sucuklarda kontrol sucuklara göre depolama sonundaki laktik asit bakteri sayısı farkının istatistiksel olarak önemsiz olduğunu bildirmiştir. Ruiz-Moyano ve ark. (2011a), geleneksel İspanyol fermente sucuğuna *L.reuteri* PL519 suşunu ilave ettiklerinde 50 gün sonunda hem probiyotik sucukta hem de kontrol sucukta laktik asit bakteri sayısının 8 log kob/g'ın üzerinde kaldığını fakat her iki tip sucuk arasında laktik asit bakterisi açısından istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığını görmüştür. Yine aynı araştırmacılar farklı bir çalışmalarında sucuk fermantasyonunda probiyotik *L. fermentum* HL17 ve *P. acidilactici* SP979 kullandığında 50 gün sonunda en yüksek laktik asit bakteri sayısını *P. acidilactici* SP979 ilaveli sucuklarda ardından sırasıyla, kontrol sucukta ve *L. fermentum* HL17 ilaveli sucukta tespit etmiştir (Ruiz-Moyano ve ark., 2011b). Yine Rubio ve ark. (2013) da *L. plantarum* 299V ve *L. rhamnosus* GG probiyotik suşlarını kullandıkları fermente sucuk çalışmalarında, 38 günlük depolama sonunda kontrol örneğinde laktik asit bakteri sayısını 8.84 log kob/g bulurken, *L. rhamnosus* GG ilaveli fermente sucuklarda aynı süre sonunda

7.88 log kob/g, *L. plantarum* 299V ilaveli fermente sucuklarda ise 8.29 log kob/g olarak tespit etmiştir. Çalışmamızda ve yukarıda bildirilen çalışmalardaki durumun aksine Sayas-Barberá ve ark. (2012) *L. casei* CECT 475 probiyotik suşunu ve portakal lifini sucuk fermantasyonunda kullandığı çalışmasında laktik asit bakteri sayısını kontrol sucukta ve probiyotik ilavesi olmadan yalnızca lif kaynağı ilave edilen sucukta sırasıyla, 7.8 ve 7.3 log kob/g bulurlarken, *L. casei* CECT 475 ilaveli ve *L. casei* CECT 475 portakal lifi ilaveli sucuklarda sırasıyla, 9.1 ve 8.9 log kob/g bulmuşlardır. Dolayısıyla laktik asit bakteri sayısının probiyotik ilavesi ile istatistiksel olarak değiştiği ve değişmediğine dair çeşitli çalışmalar mevcuttur, bu durumun tamamiyle ilave edilen probiyotik suşa, fermantasyon şartlarına, suşun ortama adaptasyonuna bağlı bir durum olduğu söylenebilir.

4.11. Toplam Koliform Grubu Bakteri Sayım Sonuçları

Farklı oranlarda yulaf kepeği eklenen ve çeşitli probiyotik bakteriler ile inoküle edilen sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca toplam koliform grubu bakteri sayılarındaki değişikliğe ilişkin yapılan Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.43'de verilmiştir.

Çizelge 4.43. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde toplam koliform grubu bakteri sayımlarındaki değişime ilişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	**SD**	**KT**	**KO**	**F**
Depolama (A)	2	49,744	24,8719	536,02**
Kepek Seviyesi (B)	3	6,842	2,2805	49,15**
Probiyotik Suş (C)	3	3,655	1,2184	26,26**
AxB	6	3,949	0,6581	14,18**
AxC	6	1,214	0,2023	4,36**
BxC	9	8,359	0,9287	20,02**
AxBxC	18	2,985	0,1658	3,57**
Hata	96	4,455	0,0464	
Toplam	143	81,201		

** $p<0.05$ seviyesinde önemli, **$p<0.01$ seviyesinde önemli*

Yapılan Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde toplam koliform grubu bakteri sayıları üzerine bütün faktörler ve bunların interaksiyonu istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde toplam koliform grubu bakteri sayımları (log cfu/g)'na ilişkin ortalamalar Çizelge 4.44'te verilmiştir.

Çizelge 4.44. Yulaf kepeği ilavesi ile üretilmiş sucuklara inoküle edilen laktik asit bakterilerinin depolama sürecinde toplam koliform grubu bakteri sayımları (log cfu/g)

Probiyotik Bakteri Suşu	Yulaf Kepeği Seviyesi (%)	1. Depolama	2. Depolama	3. Depolama
Kontrol	0.0	3.57±0.21	3.08±0.21	2.25±0.21
	1.0	3.54±0.19	2.91±0.14	2.22±0.26
	2.5	3.48±0.10	3.10±0.13	2.19±0.17
	5.0	3.39±0.06	2.96±0.24	2.03±0.27
L. acidophilus DSM 20079	0.0	3.46±0.13	3.10±0.07	2.58±0.21
	1.0	3.35±0.10	2.74±0.01	2.22±0.14
	2.5	3.13±0.22	2.56±0.16	1.18±0.09
	5.0	2.97±0.25	2.01±0.19	0.88±0.07
L. casei 431®	0.0	2.69±0.20	2.26±0.04	2.15±0.17
	1.0	3.76±0.23	3.76±0.22	2.15±0.19
	2.5	3.58±0.03	3.09±0.18	2.00±0.25
	5.0	3.57±0.12	2.98±0.15	1.51±0.19
L. acidophilus NCFM	0.0	3.46±0.15	2.86±0.03	2.66±0.16
	1.0	3.44±0.24	2.63±0.20	2.34±0.19
	2.5	3.29±0.19	2.59±0.22	1.35±0.13
	5.0	3.16±0.17	1.68±0.20	1.18±0.14

Koliform grubu bakteri sayısının analize tabi tutulan tüm sucuk örneklerinde depolama süresi ilerledikçe azaldığı görülmektedir. Herhangi bir probiyotik bakteri içermeyen sucuk örneklerinde depolama başlangıcında 3.39-3.57 log kob/g olan koliform sayısı depolama sonunda 2.03-2.25 log kob/g olarak tespit edilmiştir. *L. acidophilus* DSM 20079 içeren sucuk örneklerinde depolama başlangıcında 3.46-2.97 log kob/g aralığında olan koliform sayısı depolama sonunda yulaf kepeği içermeyen sucuklarda ancak 2.58 log kob/g'a düşerken % 5 yulaf kepeği içeren örneklerde ise depolama sonunda 1 log kob/g'ın altına düşmüştür. Buradan da yulaf kepeğinden faydalandığı görülen *L. acidophilus* DSM 20079 probiyotik suşunun aynı zamanda koliform grup bakteriler üzerinde de baskı oluşturduğu anlaşılmaktadır. *L. casei* 431® ile zenginleştirilen sucuklarda ise yulaf kepeği içermeyen örneklerde koliform bakteri sayısı depolama başlangıcında 2.69 log kob/g iken, depolama sonunda 2.15 log kob/g'a düşmüş, %5 yulaf kepeği içeren sucuklarda da 3.57 log kob/g ile başlayan koliform sayısı depolama sonunda 1.51 log kob/g'a kadar inmiştir. *L.acidophilus* NCFM içeren sucuklarda ise yulaf kepeği içermeyen örneklerde 3.46 log kob/g olan koliform bakteri sayısı depolama sonunda 2.66 log kob/g'a inerken, %5 yulaf kepeği içeren sucuk örneklerinde başlangıçta

3.16 log kob/g olan koliform bakteri depolama sonuna gelindiğinde 1.18 log kob/g'a inmiştir. Genel olarak bakıldığında *L. acidophilus* DSM 20079 suşunun varlığının depolama süresince koliform bakteriler üzerinde diğer probiyotiklere nazaran daha etkili olduğu görülmektedir. Bu durumun *L. acidophilus* DSM 20079 suşunun depolama boyunca sahip olduğu rakamların diğer probiyotik suşların rakamlarından daha fazla olmasının, yani bu suşun canlılığını diğerlerinden daha iyi muhafaza etmesinin bir sonucu olduğu görülmektedir. Fernández-López ve ark. (2008) bu durumu, fermente sucuklarda laktik asit bakterilerinin ürettikleri metabolitlere, pH'daki düşüşe ve zamanla oluşan anaerobiosise bağlamış ve bu şartlardan *Enterobacteriacea* familyası üyelerinin olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir. Kang ve ark. (2015), kuru fermente Rodriguan Çin sucuklarının fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini araştırdıkları çalışmada toplam canlı bakteri sayısını ve laktik asit bakteri sayısını sırasıyla 7.8 ila 8.11 ve 7.08 ila 7.50 log kob/g arasında bulmuşlar, toplam koliform sayımlarını ise 2.87 – 3.31 log kob/g olarak tespit etmişlerdir. Çelebi Sezer (2012), fermente sucuktan izole edilen bazı laktik asit bakterilerinin starter kültür olarak kullanım potansiyelinin belirlenmesi üzerine yaptığı araştırmada, fermantasyon sonrası tüm sucuk örneklerinin *Enterobacteriacea* sayısını 3.15-4.29 log kob/g olarak belirlemiştir. Başpınar (2016), farklı konsantrasyonda Frenk üzümü ekstraktı bulunan fermente sucuk örneklerinin depolama aşamalarındaki koliform grubu bakteri sayım değerlerini fermantasyondan sonra 2.98-3.45 log kob/g, 30 günlük depolamadan sonra ise 2.21-2.78 log kob/g olarak belirlemiştir. Daha evvel İspanyol geleneksel sucuğu 'Longaniza de Pascua'ya probiyotik *L. casei* CECT 475 ve portakal lifi birlikte ilave edildiğinde *Enterobacteriacea* familyası üyelerinin sayısının kontrol sucuk örneklerine göre istatistiksel olarak önemli bir azalma gösterdiği görülmüş ve araştırmacılar tarafından bu durum, bakteriyal metabolizma sonucu oluşan pH düşüşüne bağlanmıştır (Sayas-Barberá ve ark., 2012). Yine İtalyan 'Vallo di Diano' geleneksel fermente sucuklarında *S.xylosus* türünün iki suşunu ve *L.curvatus* AVL3'ü karışım halinde starter olarak kullanan Casaburi ve ark. (2007) olgunlaşma boyunca *Enterobacteriacea* familyasının baskılandığını, startersiz üretilen sucuklarda ise *Enterobacteriacea* sayısında artış görüldüğünü rapor etmiştir.

4.12. Toplam Maya/Küf Sayım Sonuçları

Farklı oranlarda yulaf kepeği eklenen ve çeşitli probiyotik bakteriler ile inoküle edilen sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca toplam maya/küf sayılarındaki değişikliğe ilişkin yapılan Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.45'de verilmiştir.

Çizelge 4.45. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde toplam maya/küf sayılarındaki değişime ilişkin Varyans Analiz Sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	**SD**	**KT**	**KO**	**F**
Depolama (A)	2	6,8438	3,42189	45,58**
Kepek Seviyesi (B)	3	2,0877	0,69590	9,27**
Probiyotik Suş (C)	3	16,0092	5,33641	71,08**
AxB	6	0,3866	0,06443	0,86
AxC	6	11,8830	1,98049	26,38**
BxC	9	5,4089	0,60099	8,00**
AxBxC	18	1,5092	0,08385	1,12
Hata	96	7,2075	0,07508	
Toplam	143	51,3359		

** p<0.05 seviyesinde önemli, **p<0.01 seviyesinde önemli,*

Yapılan Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde, toplam maya/küf sayımı üzerine depolama x kepek oranı interaksiyonu ile tüm faktörlerin üçlü interaksiyonu istatistiksel olarak önemsiz çıkarken, bunların haricindeki bütün faktörler ve bunların interaksiyonu istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde toplam maya/küf sayımları (log kob/g)'na ilişkin ortalamalar Çizelge 4.46'da verilmiştir.

Çizelge 4.46. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama süreci boyunca toplam maya/küf sayımları (log kob/g)

Probiyotik Bakteri Suşu	Yulaf Kepeği Seviyesi (%)	1. Depolama	2. Depolama	3. Depolama
Kontrol	0.0	3.28±0.20	4.23±0.34	4.72±0.16
	1.0	4.15±0.09	4.80±0.18	4.90±0.24
	2.5	3.28±0.12	4.70±0.32	4.76±0.19
	5.0	3.15±0.34	3.76±0.08	4.40±0.15
L. acidophilus DSM 20079	0.0	3.93±0.36	3.68±0.16	3.52±0.01
	1.0	3.82±0.14	3.54±0.09	3.48±0.33
	2.5	3.62±0.17	3.13±0.05	3.00±0.34
	5.0	3.28±0.32	3.00±0.34	2.76±0.02
L. casei 431®	0.0	3.38±0.07	4.17±0.30	4.72±0.03
	1.0	3.58±0.33	4.14±0.22	4.72±0.20
	2.5	3.63±0.20	4.22±0.22	4.72±0.25
	5.0	3.99±0.12	4.78±0.09	4.75±0.15
L. acidophilus NCFM	0.0	3.91±0.20	3.82±0.05	4.22±0.05
	1.0	4.11±0.29	4.18±0.35	4.23±0.10
	2.5	3.85±0.15	4.19±0.36	4.12±0.32
	5.0	3.68±0.30	4.02±0.25	4.02±0.13

Depolama boyunca sucuk örneklerinin maya-küf sayıları incelendiğinde herhangi bir probiyotik suş içermeyen sucuklarda depolama başlangıcında 3.15-4.15 log kob/g olan maya-küf sayısının depolama sonunda 4.40-4.90 log kob/g'lara çıktığı; *L. casei* 431® içeren sucuklarda depolama başında 3.38-3.99 log kob/g olan maya-küf sayısının depolama sonunda 4.72-4.75 log kob/g aralığına çıktığı ve *L. acidophilus* NCFM içeren sucuklarda da başlangıçta 3.68-4.11 log kob/g aralığında olan maya-küf sayısının sona gelindiğinde 4.02-4.22 log kob/g aralığında seyrettiği görülmüştür. Fakat koliform bakteri sayılarında görüldüğü gibi *L. acidophilus* DSM 20079 suşunun olduğu sucuklarda depolama başlangıcından sonuna doğru maya-küf sayılarında azalma görülmüş, başlangıçtaki 3.28-3.93 log kob/g civarındaki maya-küf sayısının depolama sonunda 2.76-3.52 log kob/g aralığına indiği görülmüştür. Yine bu durum da bu probiyotik bakteri suşunun diğer suşlara göre ortamı daha etkili domine etmesine bağlanabilir. Sucuktaki yulaf kepeği oranı arttıkça *L. acidophilus* DSM 20079 suşunun canlı kalma oranının da arttığı, buna paralel de maya-küf sayısının azaldığı da görülmektedir.

Sucukta maya-küf aktivitesinin varlığı hakkında birkaç farklı görüş bulunmaktadır: bazı araştırmacılar son üründe maya-küf bulunmasının sucuğun duyusal kalitesi üzerinde önemli bir katkısının olduğunu iddia ederlerken (Ferreira ve ark., 2007), kimi çalışmalar da bu mikroorganizmaların proteolitik aktivitelerinin pH artışı sağladığı ve bu yolla olumsuz etkiler oluşturduğunu savunmaktadırlar (Elías ve Carrascosa, 2010). Bazı araştırmacılar sucuk üretimi yapılan fiziksel ortamın sanitasyonunun maya-küf sayısıyla ilgili olduğunu ve kendi araştırmalarında maya-küfe rastlanılmadığını rapor etmiştir (Bağdatlı, 2013). Benzer şekilde Ergönül ve ark. (2009) da probiyotik *L.casei* CRL 431 ilave edip, ürettikleri sucukların ne dolumu esnasında ne son üründe ne de 8 aylık depolama süresi sonunda herhangi bir şekilde maya ve küf saptanmadığını bildirmiştir. Bunun yanında örneğin portakal lifi ilave edilmiş probiyotik fermente sucuklarda son üründe 7.8-8.2 log kob/g gibi yüksek miktarda maya-küf tespit eden çalışmalar da mevcuttur (Sayas-Barberá ve ark., 2012). Casaburi ve ark. (2007), 38 günlük olgunlaşma sonucunda başlangıca göre starter kültürle üretilen sucuklarda maya-küf sayısını 1-2 log arttığını, starter kültür olmaksızın üretilen sucuklarda ise bu artışın 3 log civarında olduğunu, son rakamların da 3-4.5 log kob/g aralığında olduğunu rapor etmiştir. Yine Gönülalan ve ark. (2004) da ürettikleri sucuklarda maya-küf sayısının ortalama 3.73 log kob/g olduğunu bildirmiştir. Şimşek (2010) fermantasyonu sağlayıcı kültür kaynağı olarak turşu suyu kullandığı sucuk üretiminde depolama süresince saptanan maya-küf sayısının kullanılmayan örneklere nazaran daha az olduğunu bildirmiş

ve tüm örnekler baz alındığında küf sayısının 4.76-7.70 log kob/g aralığında olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda ise probiyotik suş içermeyen kontrol sucuklarda ve probiyotik *L.casei* 431 ve *L. acidophilus NCFM* suşlarını içeren sucuklarda depolama sonunda maya-küf sayısı 4.11-4.75 log kob/g aralığında tespit edilirken, *L. acidophilus* DSM 20079 içeren sucuklarda 2.75-3.52 log kob/g aralığında bulunmuştur. Literatüre çok da ters olmayan bu sonuçlar *L.acidophilus* DSM 20079 suşunun koliform bakteri sayılarında olduğu gibi diğer probiyotik suşlara nazaran maya-küf sayısı üzerinde daha yüksek bir baskılama etkisinin olduğunu göstermektedir

4.13. Laktik Asit Bakteri Suşlarının Sayım Sonuçları

Farklı oranlarda yulaf kepeği eklenen ve çeşitli probiyotik bakteriler ile inoküle edilen sucuk örneklerinin depolama süreci boyunca özel besiyerinde üreyen laktik asit bakteri suş sayımlarındaki değişikliklere ilişkin yapılan Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.47'de verilmiştir.

Çizelge 4.47. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde özel besi yerinde üreyen laktik asit bakteri sayımlarındaki değişimine ilişkin Varyans Analiz Sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Depolama (A)	2	0,4109	0,2054	2,53*
Kepek Seviyesi (B)	3	0,0750	0,0250	0,31
Probiyotik Suş (C)	3	64,6026	21,5342	264,82**
AxB	6	0,2033	0,0339	0,42
AxC	6	1,1421	0,1903	2,34*
BxC	9	3,9704	0,4412	5,43**
AxBxC	18	0,1562	0,0087	0,11
Hata	96	7,8065	0,0813	
Toplam	143	78,3670		

** p<0.05 seviyesinde önemli, **p<0.01 seviyesinde önemli,*

Yapılan Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde, özel besiyerinde üreyen laktik asit bakteri suş sayımlarındaki değişiklik üzerine depolama ile depolama x probiyotik suş interaksiyonu istatistiki olarak önemli ($p<0.05$), probiyotik suş ve kepek seviyesi x probiyotik suş interaksiyonu ise istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Diğer faktör ve interaksiyonları istatistiki olarak önemli çıkmamıştır.

Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde özel besiyerinde üreyen laktik asit bakteri sayımlarına (log kob/g) ilişkin ortalamalar Çizelge 4.48'de verilmiştir.

Çizelge 4.48. Yulaf kepeği ve probiyotik bakteri ilave edilmiş sucukların depolama sürecinde özel besiyerinde üreyen laktik asit bakteri sayımları (log kob/g)

Probiyotik Bakteri Suşu	Yulaf Kepeği Seviyesi (%)	1. Depolama	2. Depolama	3. Depolama
Kontrol	0.0	8.02±0.08	7.43±0.14	7.32±0.35
	1.0	7.88±0.11	7.59±0.14	7.56±0.19
	2.5	7.77±0.20	7.5±0.15	7.49±0.21
	5.0	7.55±0.29	7.35±0.24	7.25±0.31
L. acidophilus DSM 20079	0.0	9.05±0.02	9.00±0.35	8.98±0.07
	1.0	9.26±0.01	9.32±0.33	9.35±0.19
	2.5	9.34±0.05	9.47±0.32	9.46±0.14
	5.0	9.53±0.13	9.57±0.22	9.63±0.35
L. casei 431®	0.0	8.75±0.35	8.76±0.02	8.70±0.19
	1.0	8.71±0.01	8.67±0.11	8.86±0.33
	2.5	8.82±0.17	8.84±0.23	8.91±0.34
	5.0	8.88±0.29	8.97±0.36	9.09±0.19
L. acidophilus NCFM	0.0	9.40±0.25	9.09±0.16	9.30±0.14
	1.0	9.22±0.37	8.98±0.13	9.11±0.21
	2.5	8.94±0.21	8.77±0.34	8.90±0.27
	5.0	8.79±0.32	8.57±0.24	8.71±0.16

L. acidophilus DSM 20079 ile zenginleştirilmiş sucuk örneklerinde *L. acidophilus* DSM 20079 sayısı fermantasyon sonunda en yüksek sayıya 9.63 log kob/g ile %5 yulaf kepeği içeren sucuklarda ulaşırken, 8.98 log kob/g ile en düşük sayıda yulaf kepeği içermeyen sucuk örneklerinde gözlenmiştir. Yulaf kepeği içermeyen örnekte depolama başlangıcında 9.05 log kob/g olan *L. acidophilus* DSM 20079 sayısı depolama sonunda 8.98 log kob/g'da kalmıştır. %1 yulaf kepeği içeren sucuk örneklerinde ise *L. acidophilus NCFM* sayısı depolama başında 9.22 log kob/g iken, depolama sonunda 9.11 log kob/g; %2.5 yulaf kepeği içeren sucuklarda depolamanın ilk ve son günlerinde sırasıyla 8.94 ve 8.90 log kob/g olarak tespit edilmiştir. %5 yulaf kepeği içeren sucuklarda ise *L. acidophilus* DSM 20079 sayısı depolamanın ilk gününde 9.53 log kob/g iken, depolama sonunda 9.63 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama başlangıç ve sonu *L. acidophilus* DSM 20079 sayısı göz önüne alındığında fermantasyon sonunda kepek miktarı arttıkça bu bakteri sayısının daha fazla tespit edildiği, bu seyrin depolamada da devam ettiği görülmektedir.

L. casei 431® içeren sucuklarda yulaf kepeği içermeyen örneklerin depolama ilk gün sonu sayısı 8.75 log kob/g iken, depolama sonunda bu sayı 8.70 log kob/g'da

kalmıştır. %1 yulaf kepeği içeren örneklerde ise depolama başında 8.71 log kob/g olan *L. casei* 431® sayısı depolama sonunda 8.86 olurken %2.5 yulaf kepeği içeren örneklerde ise başlangıçta 8.82 log kob/g olan sayı depolama sonunda 8.91 log kob/g olarak belirlenmiştir. %5 yulaf kepekli örneklerde depolama başlangıç ve sonu sayılarının sırasıyla 8.88 ve 9.09 log kob/g olduğu görülmüştür. Depolama başlangıç ve sonuç rakamları izlendiğinde aynı oranda yulaf kepeği içeren sucuklarda *L. casei* 431® sayısının *L. acidophilus* DSM 20079 sayısından daha az olduğu açıkça görülmektedir. Yulaf kepeğinin sucuk fermantasyonunda *L. acidophilus* DSM 20079 üzerinde *L. casei* 431® üzerinde olduğundan daha etkili olduğu ve depolama esnasında da bu seviyeyi ve canlılığı koruduğu görülmüştür.

Yulaf kepeği içermeyen sucuk örneklerinde depolama başlangıcı *L. acidophilus* NCFM sayısı 9.40 log kob/g iken, depolama sonu sayısı ise 9.30 log kob/g olarak tespit edilmiştir. %1 yulaf kepekli sucuklarda depolama başlangıcında 9.22 log kob/g olan *L. acidophilus* NCFM depolama sonunda 9.11 log kob/g olarak belirlenirken, %2.5 yulaf kepeği içeren sucuk örneklerinde depolama başlangıcı ve sonu rakamları 8.94 ve 8.90 log kob/g iken %5 yulaf kepekli sucuklarda 8.79 ve 8.71 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Diğer probiyotik bakterilerin depolamadaki seyirlerinin aksine *L. acidophilus* NCFM içeren tüm sucuklarda yulaf kepeği konsantrasyonu da fark etmeksizin *L. acidophilus* NCFM sayısında 0. günden 15. güne bir nicel azalış, ardından da artış gözlenmiştir. Fakat genel olarak depolama sonunda başlangıca nazaran *L. acidophilus* NCFM sayısı daha düşük kalmıştır ki bu da diğer probiyotik bakterilerin durumundan farklıdır. Yine diğer probiyotik suşların davranışlarından farklı olarak *L. acidophilus* NCFM depolama başlangıcı ve sonu sayıları yulaf kepeği içermeyen sucuk örneklerinde yulaf kepekli örneklere göre daha fazla tespit edilmiştir. Fermantasyon sonu depolama başı rakamlardan hareketle yulaf kepeğinin *L. acidophilus* NCFM üzerinde diğer probiyotik suşlarda olan pozitif etkiyi oluşturmadığı sonucu çıkmakta ve depolamada da bu konuda herhangi bir değişiklik olmadığı görülmektedir.

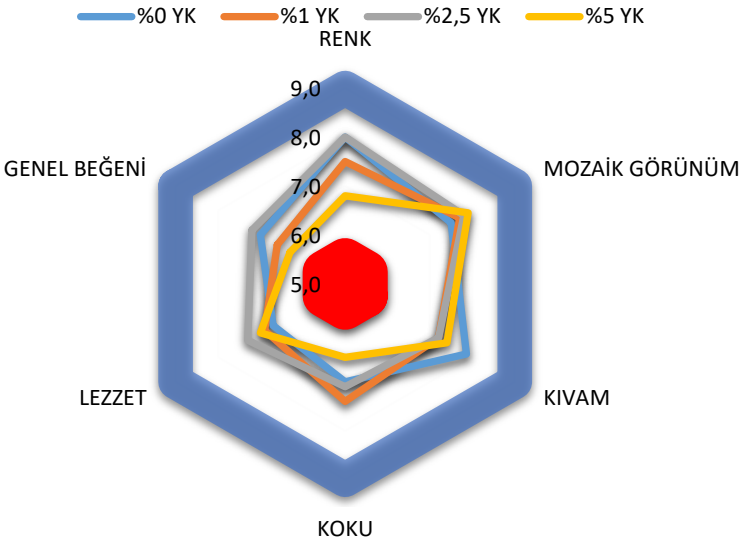
Dünya İlaç ve Gıda Örgütü (FDA, 1997)'nın probiyotik gıdaların içermesi gereken minimum miktar için belirlediği alt limit 10^6 kob/ml'dir. Gıda endüstrisi de probiyotik gıda üretimlerinde bu rakam üzerinden çalışmalarını yürütmektedir (Boylston ve ark., 2004). Fakat depolama, taşınma süresince ve vücuda alındıktan sonra da olası canlılık kayıpları da göz önüne alındığında gıdada 10^{8}-10^{9} civarında bulunması umulan sağlık faydalarını sağlayabilmeleri için önem arz etmektedir (Knorr, 1998). Probiyotik sucuk denemelerinde kullandığımız tüm suşlar depolama sonunda en az 8.5 log kob/g

olmak üzere canlılıklarını sürdürmüş belirtilen süre içinde ve sonunda hem yasal sınırın üzerinde kalmış hem de tavsiye edilen değerlerin de üzerinde sonuçlar vermiştir. *L. acidophilus* DSM 20079 diğer suşlara göre daha yüksek oranda canlı kalsa da denenen tüm suşlar için elde edilen rakamlar probiyotik ürün şartlarını sağlamaktadır.

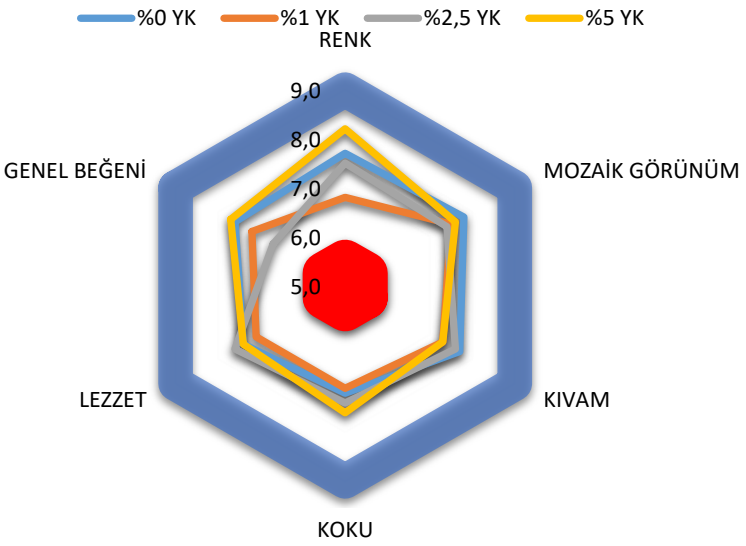
Muthukumarasamy ve Holley (2006) sucuk üretiminde enkapsüle edilmiş ve edilmemiş probiyotik *L. reuteri* kullandıkları çalışmalarında, başlangıçta 7.12 log kob/g olan probiyotik bakteri sayısının enkapsüle edilerek katıldığında kurutmanın sonunda yalnızca 0.5 log azaldığını fakat enkapsüle edilmeden katıldığında sayının süreç sonunda 4.54 log kob/g'a indiğini bildirmiştir. Ruiz-Moyano ve ark. (2011a) da geleneksel İspanyol sucuklarından olan 'Salchichon' üretiminde probiyotik *L. reuteri* PL519 suşunu kullanmış ve bakterinin depolama sonunda 7 log kob/g'ın üzerinde kaldığını bildirmiştir. Yine aynı araştırmacılar bir başka çalışmalarında, 'Salchichon' adı verilen İspanyol sucuğuna probiyotik *Pediococcus acidilactici* SP979 ve *L. fermentum* suşlarını kullandığında da bu suşları depolama sonunda 7 log kob/g'ın üzerinde tespit etmiştir (Ruiz-Moyano ve ark., 2011b). Ergönül ve ark. (2009), probiyotik *L. casei* CRL 431 ilave ederek ürettikleri fermente sucuklarda *L. casei* CRL 431 sayısının olgunlaşma sonunda 8.18 log kob/g olarak tespit edildiğini bildirmişlerdir. Yine Ruiz ve ark. (2014) İtalyan tip sucuklara ayrı ayrı probiyotik *L. acidophilus* ve *B. lactis* suşlarını uyguladığı çalışmalarında, bu bakterileri depolama sonunda sırasıyla $2x10^8$ ve $1.7x10^9$ kob/g olarak tespit ettiğini rapor etmişlerdir.

4.14. Duyusal Analiz Sonuçları

Duyusal analiz sonuçları Şekil 4.39'da kontrol örneklerinde, Şekil 4.40'da *L. acidophilus* DSM 20079 inoküle edilen örneklerde, Şekil 4.41'de *L. casei* 431® inoküle edilen örneklerde ve Şekil 4.42'de *L. acidophilus* NCFM inoküle edilen örneklerde sunulmuştur.



Şekil 4.39. Kontrol grubu sucuk örneklerinde renk, yağ, kıvam, koku, lezzet ve genel beğeni parametrelerinin değerlendirildiği duyusal analiz verilerine ait grafik

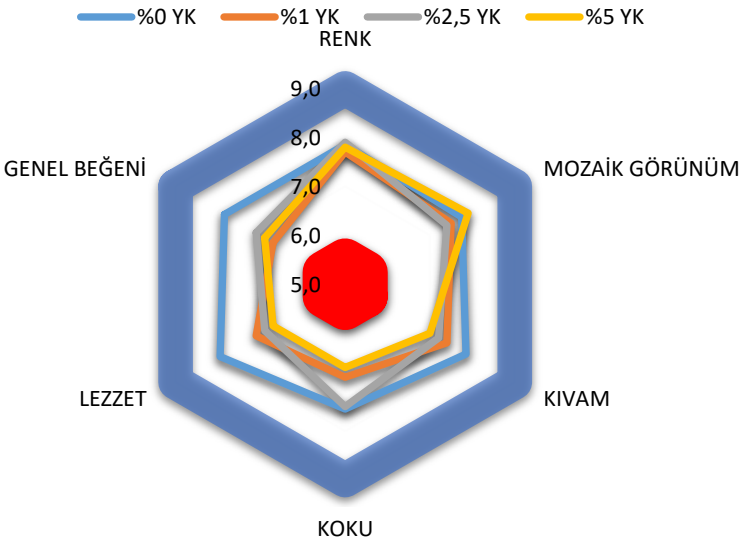


Şekil 4.40. *L. acidophilus* DSM 20079 inoküle edilen sucuk örneklerinde renk, yağ, kıvam, koku, lezzet ve genel beğeni parametrelerinin değerlendirildiği duyusal analiz verilerine ait grafik

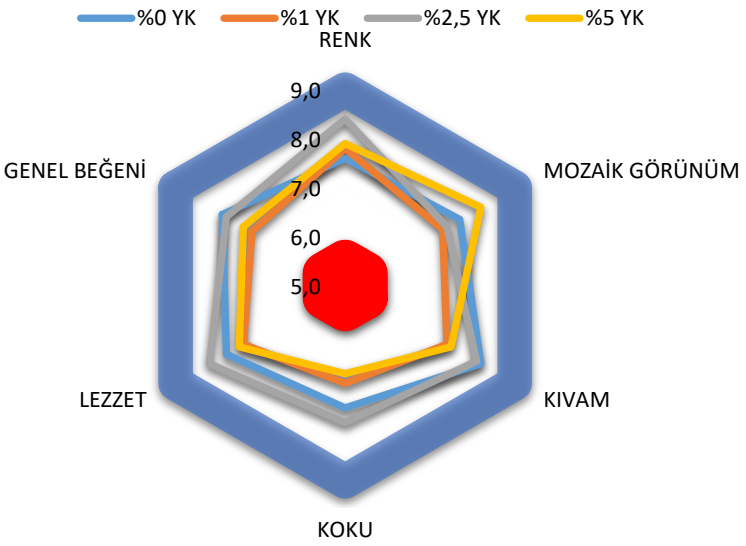
Şekil 4.39'da kontrol grubu numunelerde %2.5 oranında ilave edilen YK'nin lezzet, renk ve genel beğenilerinin en yüksek çıktığı, %1 YK ilavesinin koku özelliği yönünden yine en yüksek çıktığı, kıvam yönünden ise kontrol grubunun en yüksek çıktığı, son olarak mozaik görünüm olarak %2.5 ve %5.0 oranında YK ilave edilen sucuk örneklerinde en yüksek çıktığı belirlenmiş olup, renk, koku ve genel beğeni de en düşük %5.0 YK ilave edilen numunelerde, lezzet ve mozaik görünümün en düşük kontrol grubunda, kıvam %2.5 YK ilave edilen gruplarda bulunmuştur.

Şekil 4.40'da *L. acidophilus* DSM 20079 inoküle edilen sucuk örneklerinde %5.0 seviyesinde ilave edilen YK'nin renk, koku ve genel beğenilerinin en yüksek çıktığı,

kıvam ve mozaik görünüm yönünden ise kontrol grubunun en yüksek çıktığı, son olarak lezzet değerinin ise %2.5 seviyesinde YK ilave edilen numunelerde en yüksek çıktığı belirlenmiş olup, renk, koku ve lezzette en düşük %1.0 YK ilave edilen numunelerde, kıvamda %1.0 ve %5.0 YK ilave edilen numunelerde, mozaik görünüm de ise %2.5 YK ilave edilen numunelerde, genel beğeni de ise en düşük %2.5 YK ilave edilen gruplarda bulunmuştur.



Şekil 4.41. *L. casei* 431® inoküle edilen sucuk örneklerinde renk, yağ, kıvam, koku, lezzet ve genel beğeni parametrelerinin değerlendirildiği duyusal analiz verilerine ait grafik



Şekil 4.42. *L. acidophilus* NCFM inoküle edilen sucuk örneklerinde renk, yağ, kıvam, koku, lezzet ve genel beğeni parametrelerinin değerlendirildiği duyusal analiz verilerine ait grafik

Şekil 4.41'de *L. casei* 431® inoküle edilen sucuk örneklerinde kontrol grubunda renk, kıvam, koku, lezzet ve genel beğenilerinin en yüksek çıktığı, mozaik görünüm yönünden ise %5.0 seviyesinde YK ilave edilen numunelerde en yüksek çıktığı belirlenmiş olup, kıvam, koku ve lezzette en düşük %5.0 YK ilave edilen numunelerde, renk ve genel beğenide %1.0 ilave edilen numunelerde, mozaik görünüm de ise %2.5 YK ilave edilen numunelerde bulunmuştur.

Şekil 4.42'de *L. acidophilus* NCFM inoküle edilen sucuk örneklerinde %2.5 YK ilave edilen sucuk numunelerinde renk, koku ve lezzet beğenilerinin en yüksek çıktığı, mozaik görünüm yönünden ise %5.0 seviyesinde YK ilave edilen numunelerde en yüksek çıktığı belirlenmiş olup, kıvam ve genel beğeni ise kontrol grubunda tespit edilmiştir. Mozaik görünüm, kıvam, lezzet ve genel beğenide en düşük %1.0 YK ilave edilen numunelerde, renkte kontrol grubu ve kokuda %5.0 ilave edilen numunelerde bulunmuştur.

Et ve et ürünlerinin tüketici tarafından kabul edilebilirliğini belirleyen en önemli özelliklerden birisi ürünün duyusal özelliğidir. Sucuğun duyusal analizinde çoğunlukla kullanılan özellikler; yağ aroması, asidik tat, baharat aroması, sarımsak aroması, metalik tat, tatlılık, tuzluluk, acı aroma, ransidite, sertlik, gevreklik, sululuk, yağlılık vb.'dir. Aminoasitler, karboniller, peptidler, uçucu aroma bileşikleri gibi lipoliz ve proteoliz parçalanma ürünleri fermente sosisin karakteristik aromasını ve tekstürünü oluşturur. Sucukta proteoliz ise ürün formülasyonu, fermantasyon koşulları ve starter kültür gibi pek çok faktörden etkilenir (Rouhi ve ark., 2013).

Ergönül ve ark. (2009) yaptığı çalışmada, farklı probiyotik kültürler kullanarak ürettiği hindi sucukları arasında lezzet puanları açısından en beğenilen örneğin 7.06 (10 üzerinden) puanla *L.Casei* ilave edilmiş örnek grubu olduğunu belirlemiştir.

Radulović ve ark. (2011) probiyotik bakterilerin fermente sosisin kimyasal kompozisyonu ve duyusal kalitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, 14 günlük olgunlaşmanın sonunda görünüş, renk, tat, aroma ve tekstür özellikleri bakımından değerlendirmiş (9 puan üzerinden) ve tüm özelliklerin ortalama 7 puanın üzerinde kabul edilebilir olduğunu ortaya koymuşlardır.

Kuru fermente sosis örneklerinde 21 günlük olgunlaşma periyodunun sonunda kontrol grubu ile kıyaslandığında, en iyi duyusal kalite 6.3 log kob/g düzeyinde *L. casei* LOCK 0900 ilave edilerek üretilen fermente sucuk örneklerinde tespit edilmiştir (Wójciak ve ark., 2012).

Sucukta probiyotik kültürlerin tek başına kullanımına kıyasla, geleneksel starter kültürlerle birlikte kullanımı son ürünün duyusal kabul edilebilirliğini olumsuz yönde etkilemediği, hatta duyusal kaliteyi olumlu yönde geliştirdiğini bildirmişlerdir (Rouhi ve ark., 2013).

Duman (2013), starter kültür kullanılan grupların genel beğeni puanının K grubuna kıyasla daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Buna karşın yavaş asidifikasyon ve orta hızlı asidifikasyon kapasitesine sahip starter kültür karışımlarını genel beğeni üzerine etkileri bakımından kıyasladığımızda ST1 ve ST2 grupları arasındaki farkın önemli düzeyde olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Yalınkılıç (2009), sucuk numunelerine %4 oranında portakal lifi eklemenin duyusal analizde renk, tat ve genel beğeni değerlerini diğer gruplara göre olumsuz etkilediğini belirlemiştir.

González-Fernández ve ark. (2006) yaptıkları çalışmalarında, farklı starter kültürler ilave ederek (*L. sakei* K29, *Pediococcus* spp. P22 ve *Pediococcus* spp. P208) ürettikleri fermente sosislerde ürünlerin sertlik, esneklik, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik özellikleri bakımından duyusal özelliklerini incelemişlerdir. Olgunlaştırma aşaması sonunda starter kültür kullanımının ürünlerde esneklik ve yapışkanlık özellikleri bakımından olumlu bir etki gösterdiğini, bunun yanında *Lb. sakei* K29 içeren grubun diğer tüm gruplara kıyasla daha düşük sertlik ve çiğnenebilirlik özelliğine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Pinto ve ark. (2002) fermente bir ürün olan charque'nin üretiminde starter kültür kullanımının duyusal özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, starter kültür (*S. carnosus* ve *S. xylosus*) kullanmışlardır. Araştırmacılar starter kültür kullanımının ürünlerde duyusal özelliği geliştirdiğini rapor etmişlerdir.

Uz (2008), sucuklara ilave ettiği buğday kepeği oranının arttıkça, duyusal olarak test edilen tat ve koku verilerinin azaldığını tespit etmiştir.

Sidira ve ark. (2015) immobilize edilmiş *Lactobacillus casei*'nin olgunlaşma sırasında probiyotik kuru fermente sosislerde aroma bileşiklerinin gelişimine etkisini incelediği çalışmada, buğday taneleri üzerindeki immobilize *L. casei* konsantrasyonunun, probiyotik kuru fermente sosislerin olgunlaşması sırasında oluşan uçucuların bileşimini etkilediğini bildirmiştir.

Şimşek (2010) starter kültür ve turşu suyu ilave edilen fermente sucuk örneklerinin duyusal analiz sonuçlarına göre, lezzet, tat, koku ve genel beğeni

değerlerinin starter kültür ilaveli örneklerde arttığı, renk değerinde ise önemli bir etkinin olmadığını belirlemiştir.

Lezzet, gıda maddesinin tüketici tarafından kabul edilebilirliğinde önemli bir role sahiptir. Lezzet, tat, koku ve diğer duyuların ağızda oluşturduğu algılar toplamı olarak tanımlanmaktadır. Lezzet olarak tanımlanan duyular bileşkesinin en önemli üç öğesi tat, aroma ve kıvamdır. Tat, dil üzerindeki tat reseptörleri tarafından algılanmakta olup, tatlı, tuzlu, ekşi ve acı olmak üzere dört temel gruba ayrılmaktadır. Tat maddeleri, oda sıcaklığında genellikle uçucu değillerdir. Aroma ise doğrudan burun tarafından alınan dolaylı olarak da gıdanın tüketilmesi sırasında ağız boşluğunda koku reseptörleri tarafından algılanan bileşiklerin sebep olduğu bir duyu olup, her zaman pozitif bir etkiye sahiptir (Kaban ve Kaya, 2007).

Çalışmamızda, sadece yulaf kepeği ilavesi baz alındığında en uygun %2.5 seviyesinde YK ilavesinin duyusal açıdan yüksek puan aldığı, YK ilave edilmeyen ve yalnızca kontrol ve inoküle edilen sucuk numuneleri kıyaslandığında en uygun *L. casei* 431® içeren sucuklarda görüldüğü tespit edilmiştir. Hem inokülasyon, hem de YK ilavesi birlikte düşünüldüğünde, yani bütün kombinasyonlar içerisindeki en yüksek değer ortalaması ise %2.5 YK ilave edilen ve *L. acidophilus* NCFM inoküle edilen sucuk örneklerinde bulunduğu belirlenmiştir. Genel olarak bir çok araştırmada *L. casei'*nin birçok duyusal özellikte baskın olduğu gösterilmiştir. Benzer bir durum, bizim araştırmamızda da belirlenmiştir. Radar grafiğinde koyu mavi çerçeve, hedeflenen en yüksek puan skalasını, koyu kırmızı merkez altıgen ise istenmeyen en düşük puan skalasını göstermektedir. Bütün gruplar için incelendiğinde, radar grafiklerinde hiçbir grup en yüksek hedefe ulaşamamışken, yine hiçbir grup duyusal özellikte istenmeyen kırmızı çizgiyle kesişmemiştir. Oldukça değişken olarak gözlemlenen duyusal analiz sonuçlarının bu şekilde çıkması, fermente sucuk üretimine uygun ticari starter kültür üreten firmaların ürünleri arasında, değişik nedenlere bağlı olarak farklılıkların (starter kültürlerin aktivitesi, genetik modifikasyonlar, ilave etme oranları vb.) olabileceği, ayrıca sucuk üretiminde kullanılan hammaddenin mikrobiyolojik kalitesi, üretim teknolojisi ve işletme florasının sucukların organoleptik kalite nitelikleri üzerinde etkili olmasına bağlı olarak, farklılıkların olabileceği araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Gözübüyük ve Özdemir, 2004). Bununla birlikte, en düşük puanlama ise herhangi bir probiyotik inokülasyonu olmayan fakat %5 YK ilave edilen grupta belirlenmiştir. Bu durum, sucuk hamuruna lif kaynağı ilavesi yapılan diğer çalışmalarda da benzer şekilde gözlenmiştir.

Eklenen lif kaynaklarının, genel olarak duyusal özelliklerin bir kısmını azaltıcı etki gösterdiği çeşitli araştırmalarda gözlemlenmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada, önemli bir ß-glukan kaynağı olan prebiyotik özelliğe sahip yulaf kepekleri %0, %1.0, %2.5 ve %5.0 seviyelerinde, kontrol grubu harici 3 farklı probiyotik bakteri (*L. acidophilus* DSM 20079, *L. casei* 410 ve *L. acidophilus* NCFM) ile inoküle edilmiş sucuklara katılmış ve fermantasyondan sonra 30 gün boyunca kontrollü şartlarda depolanmıştır. 16 grup sucuk 3 farklı depolama seyrinde takip edilmiş, toplam 48 grup sucuk örneğinde analizler yapılmıştır. Hava akışı, sıcaklık ve nem kontrolü sağlanan özel bir fermantasyon kabininde 13 gün fermente olan sucuk numunelerinde fermantasyonun bitiminden itibaren; 1. gün, 15. gün ve 30. günde periyodik analizler yapılmıştır. Bu kapsamda fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal analizler olarak; nem, protein, pH, su aktivitesi (a_w), renk (kesit ve yüzeyden), thiobarbitürik asit (TBA) sayısı, laktik asit, tekstür profil analizleri(TPA) gerçekleştirilmiştir. Mikrobiyolojik analizler olarak toplam laktik asit bakteri (LAB), toplam koliform grubu bakteri ve toplam maya-küf sayımı ile inoküle edilen bakteriler için özel besiyerinde sayım yapılmıştır.

Sucuklar endüstriyel ölçekte üretilmiş ve özel olarak tasarlanmış fermantasyon kabininde fermente edildikten sonra analizlerde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Depolama süreci boyunca nem miktarı (%38.82'den %23.89'a) düşmüştür. Yulaf kepeği ilavesiyle de nem miktarında düşüş gözlenmiştir. Bir diğer faktör olan bakteri inokülasyonunda ise en düşük nem düzeyi kontrol örnekleri ile *L. acidophilus* NCFM inoküle edilmiş sucuk örneklerinde bulunmuş olup, en düşük nem miktarı ortalaması ise *L. acidophilus* DSM 20079 inoküle edilmiş örneklerde gözlenmiştir. Tüm faktörler ve interaksiyonlar istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.
2. Protein miktarı depolama sürecinde sürekli bir artış (%25.09'dan %35.08'e) göstermiştir. Yulaf kepeği ilavesi protein miktarında azalışa neden olmuştur. Tüm faktörler ve interaksiyonlar istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.
3. pH değerinde depolama süreci boyunca sürekli bir artış gözlenmiştir. Yulaf kepeği ilavesi ise pH değerinde sürekli bir azalış sağlamıştır. İnoküle edilen bakteriler incelendiğinde, en yüksek pH değeri Kontrol örnekleri ile *L. acidophilus* NCFM inoküle edilmiş örneklerde bulunmuştur. *L. acidophilus* DSM 20079 ve *L. casei* 431® inoküle edilen örnekler, diğerlerine göre daha düşük pH değerine sahip olmuştur.

4. İstatistiki analiz sonuçlarına göre tüm faktörler ve interaksiyonları, su aktivitesi değerinde çok önemli ($p<0.01$) bulunmuş olup, depolama süreci boyunca a_w değerinde sürekli bir azalış belirlenmiştir. En yüksek a_w değeri %1.0 seviyesinde YK eklenmiş grupta belirlenirken, bunu sırasıyla, kontrol, %2.5 ve %5.0 seviyesinde yulaf kepeği eklenen gruplar izlemiştir. En yüksek a_w değeri kontrol örnekleri ile *L. acidophilus* DSM 20079 inoküle edilmiş örneklerde bulunmuştur. *L. acidophilus* NCFM inoküle edilmiş örnek grubuna ait a_w değerleri kısmen düşük çıkarken, *L. casei* 431® inoküle edilen örnekler en düşük a_w değerine sahip olmuşlardır.

5. Toplam laktik asit miktarında depolama seyrinde sürekli bir azalış belirlenmiştir. En düşük toplam laktik asit miktarı; kontrol ve %1.0 seviyesinde YK eklenmiş grupta belirlenirken, bunu sırasıyla, %2.5 ve %5.0 seviyesinde yulaf kepeği eklenen gruplar izlemiştir. En yüksek toplam laktik asit miktarı *L. casei* 431® inoküle edilmiş örneklerde bulunmuş, en düşük toplam laktik asit miktarı ise kontrol grubunda tespit edilmiştir..

6. Depolama süresince TBA sayısındaki en yüksek değer 1. depolamada saptanırken, 2. ve 3. depolamada bir azalma belirlenmiş ve 2. ve 3. depolama aralarındaki fark istatistiki olarak önemsizdir. Yulaf kepeği oranına paralel olarak TBA miktarı sürekli artmıştır. En yüksek TBA sayısı *L. casei* 431® inoküle edilmiş örneklerde bulunmuş, en düşük TBA sayısı ise kontrol grubunda tespit edilmiştir.

7. Sucuk numunelerinin hem dış yüzeyinden hem de iç kesit yüzeyinde ölçülen a^* değerlerinin benzer sonuç verdiği görülmüştür. İç kesit yüzeyinde ölçülen a^* değerleri, dış yüzeyde ölçülenlere kıyasla beklenildiği şekilde daha yüksek (yaklaşık %87 oranında artış) olduğu belirlenmiştir. Depolama sürecinde a^* değerlerinin her iki bölgeden yapılan ölçümlerde düştüğü belirlenmiştir.

8. Sarılık değerleri; 30 günlük depolama süresi boyunca başlangıç değerlerine göre azalma göstermiştir. Hem iç kesit yüzeyinde, hem de dış yüzeyde yapılan ölçümlerde b^* değerlerinin depolama süresi boyunca azaldığı, yulaf kepeği ilavesi ile de arttığı belirlenmiştir. Sucuk numunelerinin dış yüzeyindeki b^* değerlerine göre, iç kesit yüzeyinden ölçülen değerlerin, daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

9. Sucuk numunelerinin genelinde ölçülen L^* değerleri diğer çalışmalarda bulunan aralıklar içerisinde bulunmuştur. İç kesit yüzeyinde ölçülen L^* değerlerinde ilave edilen kepek seviyesine bağlı bir artışın olduğu görülmüş, hammaddeye göre daha açık renkte olan yulaf kepeğinin ilavesinin diğer çalışmalarda olduğu şekilde L^* değerini yükselttiği düşünülmektedir. Sucuk numunelerinin dış yüzeyinde ölçülen L^* değerleri %1.0 YK ilave edilen örneklerde en yüksek çıkarken, %5.0 YK ilave edilen numunelerde ise en

düşük çıkmıştır. İnoküle edilen bakterilerde *L. acidophilus* NCFM inokülasyonu *L** değerlerini düşürmüştür. *L** değerlerinde; dış yüzey ölçümüne göre iç kesit yüzeyinde daha yüksek değerler belirlenmiştir.

10. Tekstür profili parametrelerinden biri olan sertliği depolama seyri ile birlikte arttığı ve yine YK ilavesinin de sertlik değerlerini yükselttiği tespit edilmiştir. İnoküle edilen probiyotik bakterilerden *L. casei* 431®; sertlik değerinde kısmi bir artış sağlarken, diğerlerinin kontrole grubuna göre önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

11. Dış yüzey yapışkanlık değerlerinin depolama sürecinde sürekli azalış gösterdiği belirlenmiştir. Probiyotik bakteri ilave edilen örneklerin dış yüzey yapışkanlık değerlerinin kontrol grubuna göre daha düşük çıktığı tespit edilmiştir.

12. Elastikiyet değerleri depolama boyunca azalmış olup, bu durumun nem içeriğindeki azalmadan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. %2.5 seviyesinde kepek ilave edilen grupta elastikiyet değerleri artarken, diğer gruplarda daha düşük çıkmıştır.

13. Depolama seyrine bağlı olarak iç yapışkanlık değerinin azaldığı, ilave edilen kepek seviyesine bağlı olarak iç yapışkanlık değerlerinin arttığı ve inoküle edilen bakterilerden *L. acidophilus* DSM 20079 içeren örneklerin diğer probiyotik bakteri gruplarından daha yüksek iç yapışkanlık değerleri gösterdiği belirlenmiştir.

14. Sakızımsılık değerleri depolama süreci boyunca artmış olup, YK ilavesi ile de orana bağlı olarak sürekli artış göstermiştir. Sadece *L. acidophilus* NCFM probiyotik bakterisi inoküle edilen örneklerde, sakızımsılık değerleri düşmüş, kontrol ve diğer gruplarda ise benzer ve daha yüksek sakızımsılık değerleri belirlenmiştir.

15. Çiğnenebilirlik değerleri depolama süreci boyunca artmış ve YK ilavesi ile de orana bağlı olarak, sürekli artış göstermiştir. Sadeve *L. acidophilus* NCFM probiyotik bakterisi inoküle edilen örneklerde çiğnenebilirlik değerleri düşük çıkmıştır. *L. acidophilus* DSM 20079 inoküle edilmiş örneklerde ise çiğnenebilirlik değerleri yüksek bulunmuştur.

16. Esneklik değerleri depolama süreci boyunca azalmıştır. YK ilavesinde ise orandan bağımsız olarak kontrol grubuna göre daha yüksek esneklik değerleri bulunmuştur. *L. acidophilus* NCFM inoküle edilen örneklerde esneklik değerlerinin düşük çıktığı, kontrol grubu örneklerde ise yüksek esneklik değeri belirlendiği gözlemlenmiştir.

17. Toplam laktik asit bakteri sayısı; depolamanın birinci gününde, tüm kontrol grubu örneklerinde 7.5-8.0 log kob/g, probiyotik ilaveli sucuklarda ise 8.5-9.0 log kob/g bulunmuştur. Depolamanın son gününde tüm kontrol grubu örneklerde 7 log kob/g

civarına düşmüş olup, fakat probiyotik ilaveli sucuklarda ise 9 log kob/g ve üzerinde gözlenmiştir.

18. Depolama sonunda en düşük toplam laktik asit bakteri sayısı 9.0 log kob/g şeklinde kepek içermeyen *L. acidophilus* DSM 20079 ilaveli sucuklarda görülmüştür. En yüksek sayı ise; 9.17 log kob/g olmak üzere %5 yulaf kepeği içeren sucuklarda tespit edilmiştir.

19. *L. casei* 431® içeren sucuklarda laktik asit bakteri sayısı *L. acidophilus* DSM 20079 içeren sucuklara göre, depolama boyu daha dalgalı bir seyir gözlenmiştir. Depolama sonunda; laktik asit bakteri sayısı %0, 1.0, 2.5 ve 5.0 yulaf kepeği içeren sucuklarda sırasıyla, 8.87, 9.02, 9.01 ve 9.03 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Bu durumda *L. acidophilus* DSM 20079 içeren sucuklarda olduğu gibi, kepek ilavesinin beklenen oranda laktik asit bakterilerini etkilemediği söylenebilir.

20. Koliform grubu bakteri sayısının analize tabi tutulan tüm sucuk örneklerinde depolama süresi ilerledikçe azaldığı görülmüştür. Probiyotik bakteri içermeyen sucuk örneklerinde depolama başlangıcında 3.38-3.57 log kob/g olan koliform sayısı; 2.02-2.23 log kob/g olarak tespit edilmiştir.

21. Depolama boyunca sucuk örneklerinin maya-küf sayıları incelendiğinde herhangi bir probiyotik suş içermeyen sucuklarda depolama başlangıcında 3.15-4.15 log kob/g olan maya-küf sayısının depolama sonunda 4.40-4.89 log kob/g'lara yükseldiği; *L. casei* 431® içeren sucuklarda depolama başında 3.37-3.99 log kob/g olan maya-küf sayısının depolama sonunda 4.72-4.75 log kob/g aralığına yükseldiği ve *L. acidophilus* NCFM içeren sucuklarda da başlangıçta 3.67-4.10 log kob/g aralığında olan maya-küf sayısının depolamanın sonunda 4.11-4.22 log kob/g aralığında seyrettiği görülmüştür.

22. Depolama başlangıç ve sonu *L. acidophilus* DSM 20079 sayısı göz önüne alındığında, fermantasyon sonunda kepek miktarı arttıkça bu bakteri sayısının daha fazla tespit edildiği, bu seyrin depolamada da devam ettiği görülmektedir.

23. Yulaf kepeğinin sucuk fermantasyonunda *L. acidophilus* DSM 20079 üzerinde *L. casei* 431® üzerinde, olduğundan daha etkili olduğu ve depolama esnasında da bu seviyeyi ve canlılığı koruduğu görülmüştür.

24. Diğer probiyotik bakterilerin depolamadaki seyirlerinin aksine *L. acidophilus* NCFM içeren tüm sucuklarda yulaf kepeği seviyelerinde fark etmeksizin *L. acidophilus* NCFM sayısında 0. günden 15. güne nicel bir azalış, ardından da artış gözlenmiştir. Genel olarak depolama sonunda başlangıca nazaran *L. acidophilus* NCFM sayısı daha düşük kalmıştır. Bu durum, diğer probiyotik bakterilerin durumundan farklıdır. Diğer probiyotik

suşların davranışlarından farklı olarak *L. acidophilus* NCFM depolama başlangıç ve sonuçtaki sayıları, yulaf kepeği içermeyen sucuk örneklerinde yulaf kepekli örneklere göre daha fazla tespit edilmiştir. Fermantasyon sonu depolama başı rakamlardan hareketle; yulaf kepeğinin *L. acidophilus* NCFM üzerinde diğer probiyotik suşlarda olan pozitif etkiyi oluşturmadığı sonucu çıkmakta ve depolamada da bu konuda herhangi bir değişiklik olmadığı görülmektedir.

25. Duyusal analiz sonuçları incelendiğinde çalışmamızda, sadece yulaf kepeği ilavesi baz alındığında en uygun %2.5 seviyesinde YK ilavesinin duyusal açıdan yüksek puan aldığı, YK ilave edilmeyen kontrol ve inoküle edilen sucuk numuneleri kıyaslandığında en uygun duyusal kriterlerin *L. casei* 431® içeren sucuklarda görüldüğü tespit edilmiştir. Hem inokülasyon, hem de YK ilavesi birlikte düşünüldüğünde, en yüksek değerler ortalaması, %2.5 YK ilaveli ve *L. acidophilus* NCFM inoküle edilen sucuk örneklerinde belirlenmiştir.

5.2. Öneriler

Hem literatür çalışmasında ve hem de analitik sonuçlarda bilimsel bulgulara göre aşağıdaki öneriler de bulunabiliriz:

✓ Probiyotik bakteriler; probiyotik özellikleri nedeni ile oksidasyonu kısmen artırmış ve prebiyotik YK'nin de özellikle yüksek sıcaklıkta enzimatik stabilizasyon için ısıl işlem uygulaması nedeniyle benzer şekilde oksidasyonu artırdığı tespit edilmiştir. Bu durumların doğal antioksidan ilavesi, ısıl olmayan enzimatik stabilizasyon uygulamaları (ışınlama gibi) ile aşılabileceği düşünülmektedir.

✓ Yüksek maliyeti düşürmek amacıyla sucuk hamur formülasyonunu değiştirmeksizin, fermantasyon normları üzerinde ekonomikliği sağlamak için çalışmalar yapılması önerilebilir.

✓ *L. acidophilus* DSM 20079 ile zenginleştirilmiş ve %5 YK ilave edilmiş sucuk kombinasyonu mikrobiyolojik açıdan oldukça başarılı olmasına karşın, tekstür özelliklerinin bir kısmında ve duyusal analiz sonuçlarında diğer gruplar öne çıkmış, bu nedenle fonksiyonel özelliklerde iyileştirilmeler (yağ oranı, tuz oranı, baharatlar vb) veya karışım halinde probiyotik kültür oluşturulması tavsiye edilebilir.

✓ Her 3 probiyotik bakterinin de yaşam seyrinin kabul edilebilir düzeyde olduğu belirlenmiştir. Sucuk üretiminde beklenilen veya istenilen özelliklere göre tek suş veya karışım şeklinde probiyotiklerin kullanılması önerilebilir.

✓ Ülkemizde fermente sucuk çalışmalarında multidisipliner çalışmaların teşvik edilmesi önerilebilir.

KAYNAKLAR

AAAC, 2000, American Association of Cereal Chemists. Approved Methods Committee. Approved methods of the American association of cereal chemists, Amer Assn of Cereal Chemists, p.

AACC, 1989, AACC Committee Adopts Oat Bran Definition, *Cereal Foods World*, 34, 1033.

Agustina, R., Bovee-Oudenhoven, I. M., Lukito, W., Fahmida, U., van de Rest, O., Zimmermann, M. B., Firmansyah, A., Wulanti, R., Albers, R. ve van den Heuvel, E. G., 2013, Probiotics *Lactobacillus reuteri* DSM 17938 and *Lactobacillus casei* CRL 431 Modestly Increase Growth, but Not Iron and Zinc Status, among Indonesian Children Aged 1–6 Years–4, *The Journal of Nutrition.*, 143 (7), 1184-1193.

Aksan, E., 2005, Çeşitli mayalardan karotenoidlerin elde edilmesi ve sucukta renklendirici olarak kullanım olanaklarının araştırılması, , *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.*

Aksu, M., 2003, Türk sucuğu üretiminde Urtica dioica L.(ısırgan otu) kullanımının sucuğun kalitesi üzerine etkisi, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 27, 685-693.

Alabaster, O., Tang, Z. ve Shivapurkar, N., 1997, Inhibition by wheat bran cereals of the development of aberrant crypt foci and colon tumours, *Food and Chemical Toxicology.*, 35 (5), 517-522.

Aleson-Carbonell, L., Fernández-López, J., Pérez-Alvarez, J. ve Kuri, V., 2005, Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo, *Innovative Food Science & Emerging Technologies.*, 6 (2), 247-255.

Aleson-Carbonell, L., Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas-Barberá, E. ve Pérez-Alvarez, J. A., 2004, Quality characteristics of a non-fermented dry-cured sausage formulated with lemon albedo, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84 (15), 2077-2084.

Altermann, E., Russell, W. M., Azcarate-Peril, M. A., Barrangou, R., Buck, B. L., McAuliffe, O., Souther, N., Dobson, A., Duong, T. ve Callanan, M., 2005, Complete genome sequence of the probiotic lactic acid bacterium *Lactobacillus acidophilus* NCFM, *Proceedings of the National Academy of Sciences.*, 102 (11), 3906-3912.

Anadón, A., Martínez-Larrañaga, M. R. ve Martínez, M. A., 2006, Probiotics for animal nutrition in the European Union. Regulation and safety assessment, *Regulatory Toxicology and Pharmacology.*, 45 (1), 91-95.

Anadón, A., Martínez-Larrañaga, M., Arés, I. ve Martínez, M., 2016, Prebiotics and probiotics: an assessment of their safety and health benefits, *Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics, Academic Press: United States*, 3-23.

Anonim, 1998, Gıda Mikrobiyolojisi, *Merck, Orkim Ltd. Şti.,68 sayfa.*

Anonim, 2001, Sekizinci beşeri yıllık kalkınma planı. Gıda sanayi özel ihtisas komisyonu raporu. Et ve et ürünleri sanayi alt komisyon raporu.

Anonim, 2004, Türkiye'ye özgü beslenme rehberi, *TC Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara-2004*.

Anonim, 2012a, Türkiye Üretim, Tüketim.

Anonim, 2012b, Kanatlı Et Sektörü, *T.C. Ekonomi Bakanlığı Sektör Raporları, İhracat Genel Müdürlüğü, Tarım Ürünleri Daire Başkanlığı, Ankara*.

Anonymous, 2018, https://bacdive.dsmz.de/strain/6404.

Anonymus, 2014, Faostat.

AOAC, 1990, AOAC Crude protein in meat and meat products Official method 960. 39 official methods of analysis (15th ed.), AOAC, Arlington, VA (1990).

AOAC, 2000, Official Methods of Analysis of AOAC Int. (17th ed.). AOAC Int. Suite 500, 481 North Frederick Avenue Gaithersburg, Maryland 20877-2417 USA.

Arena, M. P., Russo, P., Fiocco, D., Capozzi, V. ve Spano, G., 2015, β-glucans and synbiotic foods.

Arihara, K., Ota, H., Itoh, M., Kondo, Y., Sameshima, T., Yamanaka, H., Akimoto, M., Kanai, S. ve Miki, T., 1998, Lactobacillus acidophilus group lactic acid bacteria applied to meat fermentation, *Journal of Food Science*, 63 (3), 544-547.

Arihara, K., 2006, Strategies for designing novel functional meat products, *Meat Science*, 74 (1), 219-229.

Arvanitoyannis, I. S. ve Van Houwelingen-Koukaliaroglou, M., 2005, Functional foods: a survey of health claims, pros and cons, and current legislation, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45 (5), 385-404.

Ateş, G., 2014, Köftelerin Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Öğütülmüş Çörekotunun Etkisinin Belirlenmesi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi*.

Atik, A., 2013, Keçi etlerinin sucuk üretiminde değerlendirilmesi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Ay, A., 2015, Soğuk pres yağlar ilave edilerek üretilen fermente sucukların fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi, *Namık Kemal Üniversitesi*.

Aymerich, M., Garriga, M., Monfort, J., Nes, I. ve Hugas, M., 2000, Bacteriocin-producing lactobacilli in Spanish-style fermented sausages: characterization of bacteriocins, *Food Microbiology.*, 17 (1), 33-45.

Bağdatlı, A., 2013, Probiyotik sucuk üretiminde bileşim ve yapısal özelliklerin optimizasyonu, *Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.*

Barberá, M. E. S., Álvarez, J. Á. P. ve Catalá, V. A., 1997, Contribuciones al proceso tecnológico de elaboración del jamón curado: aspectos físicos, fisicoquímicos y ultraestructurales en los procesos de curado tradicional y rápido, Universidad Politécnica de Valencia, p.

Barsanti, L., Passarelli, V., Evangelista, V., Frassanito, A. M. ve Gualtieri, P., 2011, Chemistry, physico-chemistry and applications linked to biological activities of β-glucans, *Natural Product Reports.*, 28 (3), 457-466.

Başpınar, E., 2016, Frenk üzümü (*Ribes multiflorum* Kit. Ex Roem. & Schult) ekstraktlarının antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin araştırılması ve sucuk üretiminde kullanılması, , *Afyon Kocatepe Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.*

Beachey, E. H., 1981, Bacterial adherence: adhesin-receptor interactions mediating the attachment of bacteria to mucosal surfaces, *Journal of Infectious Diseases*, 143 (3), 325-345.

Bell, S. J., Forse, R. A. ve Bistrian, B. R., 2001, Dietary supplement and method for lowering risk of heart disease, Google Patents.

Bello, J. ve Sanchez-Fuertes, M., 1997, Development of mathematical model to describe the acidification occurring during the ripening of dry fermented sausage, *Food Chemistry*, 59 (1), 101-105.

Benoit, V., Mathis, R. ve Lefebvre, G., 1994, Characterization of brevicin 27, a bacteriocin synthetized by *Lactobacillus brevis* SB27, *Current Microbiology*, 28 (1), 53-61.

Berdagué, J., Monteil, P., Montel, M. ve Talon, R., 1993, Effects of starter cultures on the formation of flavour compounds in dry sausage, *Meat Science*, 35 (3), 275-287.

Bilge, G., 2010, Sucukta Üretim Sırasında Meydana Gelen Mikrobiyolojik ve Biyokimyasal Değişmelere Üretim Sıcaklığının ve Starter Kültürün Etkisi, *Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*.

Bin-Nun, A., Bromiker, R., Wilschanski, M., Kaplan, M., Rudensky, B., Caplan, M. ve Hammerman, C., 2005, Oral probiotics prevent necrotizing enterocolitis in very low birth weight neonates, *The Journal of Pediatrics.*, 147 (2), 192-196.

Blandino, A., Al-Aseeri, M., Pandiella, S., Cantero, D. ve Webb, C., 2003, Cereal-based fermented foods and beverages, *Food Research International*, 36 (6), 527-543.

Blom, H., Hagen, B., Pedersen, B., Holck, A. ve Axelsson, L., 1996, Accelerated production of dry fermented sausage, *Meat Science*, 43, 229-242.

Booth, I. R., 1985, Regulation of cytoplasmic pH in bacteria, *Microbiological Reviews.*, 49 (4), 359.

Bover-Cid, S., Izquierdo-Pulido, M. ve Vidal-Carou, M. C., 1999, Effect of proteolytic starter cultures of Staphylococcus spp. on biogenic amine formation during the ripening of dry fermented sausages, *International Journal of Food Microbiology.*, 46 (2), 95-104.

Boyle, R. J., Robins-Browne, R. M. ve Tang, M. L., 2006, Probiotic use in clinical practice: what are the risks?–, *The American Journal of Clinical Nutrition.*, 83 (6), 1256-1264.

Boylston, T. D., Vinderola, C. G., Ghoddusi, H. B. ve Reinheimer, J. A., 2004, Incorporation of bifidobacteria into cheeses: challenges and rewards, *International Dairy Journal*, 14 (5), 375-387.

Bozkurt, H. ve Bayram, M., 2006, Colour and textural attributes of sucuk during ripening, *Meat Science*, 73 (2), 344-350.

Bozkurt, H., 2007, Comparison of the effects of sesame and *Thymbra spicata* oil during the manufacturing of Turkish dry-fermented sausage, *Food control*, 18 (2), 149-156.

Brennan, C. S. ve Cleary, L. J., 2005, The potential use of cereal (1→ 3, 1→ 4)-β-D-glucans as functional food ingredients, *Journal of Cereal Science*, 42 (1), 1-13.

Bucharles, C., Girard, J., Sirami, J. ve Pascal, S., 1984, Characteristics of a dry sausage showing excessive acidity, *Sci. Aliments*, 4, 137-143.

Burdurlu, H. S. ve Karadeniz, F., 2003, Effect of storage on nonenzymatic browning of apple juice concentrates, *Food Chemistry*, 80 (1), 91-97.

Butel, M.-J., 2014, Probiotics, gut microbiota and health, *Médecine et maladies infectieuses*, 44 (1), 1-8.

Campanini, M., Pedrazzoni, I., Barbuti, S. ve Baldini, P., 1993, Behaviour of Listeria monocytogenes during the maturation of naturally and artificially contaminated salami: effect of lactic-acid bacteria starter cultures, *International Journal of Food Microbiology.*, 20 (3), 169-175.

Candogan, K. ve Kolsarici, N., 2003, The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters, *Meat Science*, 64 (2), 199-206.

Candoğan, K., 2009, Antimikrobiyal ve Antioksidan Özellikteki Yenilebilir Filmlerin Taze Etlerin Raf Ömrüne Etkisi, *Ankara Ünivesitesi Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu, Proje* (2006-0745), 046.

Caner, C. ve Aday, M., 2008, Gıdalarda tekstür ve enstrümental tekstür analizi, *Akademik Gıda*, 6 (5), 26-35.

Cantoni, C., Molnar, M., Renon, P. ve Giolitti, G., 1966, Investigations on the lipids of dry sausages, *Proc. 12th Meeting European Meat Workers*.

Casaburi, A., Aristoy, M.-C., Cavella, S., Di Monaco, R., Ercolini, D., Toldrá, F. ve Villani, F., 2007, Biochemical and sensory characteristics of traditional fermented sausages of Vallo di Diano (Southern Italy) as affected by the use of starter cultures, *Meat Science*, 76 (2), 295-307.

Casquete, R., Benito, M. J., Martín, A., Ruiz-Moyano, S., Córdoba, J. J. ve Córdoba, M. G., 2011, Role of an autochthonous starter culture and the protease EPg222 on the sensory and safety properties of a traditional Iberian dry-fermented sausage "salchichón", *Food microbiology*, 28 (8), 1432-1440.

Cengiz, E. ve Gokoglu, N., 2005, Changes in energy and cholesterol contents of frankfurter-type sausages with fat reduction and fat replacer addition, *Food Chemistry*, 91 (3), 443-447.

Charalampopoulos, D., Wang, R., Pandiella, S. ve Webb, C., 2002, Application of cereals and cereal components in functional foods: a review, *International Journal of Food Microbiology.*, 79 (1-2), 131-141.

Charrois, T. L., Sandhu, G. ve Vohra, S., 2006, Probiotics, *Pediatrics in review*, 27 (4), 137.

Choi, S. W., Lee, S. K., Kim, E. O., Oh, J. H., Yoon, K. S., Parris, N., Hicks, K. B. ve Moreau, R. A., 2007, Antioxidant and antimelanogenic activities of polyamine conjugates from corn bran and related hydroxycinnamic acids, *Journal of Agricultural and Food Chemistry.*, 55 (10), 3920-3925.

Cohen, L. ve Holliday, M., 1982, Statistics for social scientists: an introductory text with computer programs in basic, Harper and Row, p.

Colmenero, F. J., 1996, Technologies for developing low-fat meat products, *Trends in Food Science & Technology*, 7 (2), 41-48.

Comaposada, J., Arnau, J., Gou, P. ve Monfort, J., 2004, Accelerated method for drying and maturing sliced food products, *Patent number WO2004IB00661*.

Coppa, G., Pierani, P., Zampini, L., Bruni, S., Carloni, I. ve Gabrielli, O., 2001, Characterization of oligosaccharides in milk and feces of breast-fed infants by high-performance anion-exchange chromatography, In: Bioactive components of human milk, Eds: Springer, p. 307-314.

Coppola, S., Mauriello, G., Aponte, M., Moschetti, G. ve Villani, F., 2000, Microbial succession during ripening of Naples-type salami, a southern Italian fermented sausage, *Meat Science*, 56 (4), 321-329.

Corral, S., Salvador, A. ve Flores, M., 2013, Salt reduction in slow fermented sausages affects the generation of aroma active compounds, *Meat Science*, 93 (3), 776-785.

Coşkun, T., 2005, Fonksiyonel besinlerin sağlığımız üzerine etkileri, *çocuk sağlığı ve hastalıkları dergisi*, 48 (1), 69-84.

Coşkun, T., 2006, Pro-, pre-ve sinbiyotikler, *çocuk sağlığı ve hastalıkları dergisi*, 49, 128-148.

Coşkun, T., 2014, Probiyotikler İçinde: Teoriden Kliniğe Prebiyotikler, Probiyotikler. Eds: Kara A, Coşkun T, *Akademi Yayınevi*, s:56-71.

Coşkuner, Ö., 2002, Türk sucuğunda lipid oksidasyonuna ve serbest yağ asitleri oluşumuna ısıl işlemin etkisi, *Yüksek lisans tezi Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 47s, Ankara*.

Crehan, C., Hughes, E., Troy, D. ve Buckley, D., 2000, Effects of fat level and maltodextrin on the functional properties of frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat, *Meat Science*, 55 (4), 463-469.

Csató, É. Á., Isaksson, B. ve Jahani, C., 2004, Linguistic convergence and areal diffusion: Case studies from Iranian, Semitic and Turkic, Routledge, p.

Cugnet-Anceau, C., Nazare, J.-A., Biorklund, M., Le Coquil, E., Sassolas, A., Sothier, M., Holm, J., Landin-Olsson, M., Önning, G. ve Laville, M., 2010, A controlled study of consumption of β-glucan-enriched soups for 2 months by type 2 diabetic free-living subjects, *British journal of Nutrition*, 103 (3), 422-428.

Cummings, J., Gibson, G. ve Macfarlane, G., 1989, Quantitative estimates of fermentation in the hind gut of man, *Acta Veterinaria Scandinavica. Supplementum*, 86, 76-82.

Çelebi Sezer, Y., 2012, Fermente sucuktan izole edilen bazı laktik asit bakterilerinin starter kültür olarak kullanım potansiyelinin belirlenmesi, *Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.*

Çevik, M., 2012, Ticari starter kültür kullanılarak üretilen Tokat bez sucuğunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Çoksever, E., 2009, Farklı oranlarda turunç albedosu ilavesinin sucuk kalitesi üzerine etkisi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Dalmış, Ü., 2007, Sucukta Üretim ve Depolama Sırasında Meydana Gelen Mikrobiyolojik ve Biyokimyasal Değişmeler. , *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Doktora Tezi*, 299.

Dalmış, Ü. ve Soyer, A., 2008, Sucukta Lipolitik ve Oksidatif Değişmelere Üretim Yönteminin ve Starter Kültürün Etkisi. , *Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs, Erzurum, 2008.*

Dani, C., Biadaioli, R., Bertini, G., Martelli, E. ve Rubaltelli, F. F., 2002, Probiotics feeding in prevention of urinary tract infection, bacterial sepsis and necrotizing enterocolitis in preterm infants, *Neonatology*, 82 (2), 103-108.

de Ambrosini, M., Salado, C., Gonzalez, S. N. ve Oliver, G., 1997, Lectin-like substance in Lactobacillus casei CRL 431, *MAN Microbiologie, aliments, nutrition*, 15 (4), 285-289.

De Ambrosini, V. M., Gonzalez, S., de Ruiz Holgado, A. P. ve Oliver, G., 1998a, Study of the morphology of the cell walls of some strains of lactic acid bacteria and related species, *Journal of Food Protection*, 61 (5), 557-562.

De Ambrosini, V. M., Gonzalez, S., Perdigon, G., De Ruiz Holgado, A. P. ve Oliver, G., 1998b, Immunostimulating activity of cell walls from lactic acid bacteria and related species, *Food and agricultural immunology*, 10 (2), 183-191.

De Martinis, E. C. ve Franco, B. D., 1998, Inhibition of Listeria monocytogenes in a pork product by a Lactobacillus sake strain, *International Journal of Food Microbiology.*, 42 (1-2), 119-126.

de Palencia, P. F., Werning, M. L., Sierra-Filardi, E., Dueñas, M. T., Irastorza, A., Corbí, A. L. ve López, P., 2009, Probiotic properties of the 2-substituted (1, 3)-β-D-glucan-producing bacterium Pediococcus parvulus 2.6, *Applied and Environmental Microbiology*, 75 (14), 4887-4891.

De Vrese, M. ve Schrezenmeir, J., 2008, Probiotics, prebiotics, and synbiotics, In: Food biotechnology, Eds: Springer, p. 1-66.

Del Nobile, M. A., Conte, A., Incoronato, A. L., Panza, O., Sevi, A. ve Marino, R., 2009, New strategies for reducing the pork back-fat content in typical Italian salami, *Meat Science*, 81 (1), 263-269.

Delzenne, N. M., 2003, Oligosaccharides: state of the art, *Proceedings of the Nutrition Society.*, 62 (1), 177-182.

Demeyer, D., Hoozee, J. ve Mesdom, H., 1974, Specificity of lipolysis during dry sausage ripening, *Journal of Food Science*, 39 (2), 293-296.

Demeyer, D., 1992, Meat fermentation as an integrated process, *New technologies for meat and meat products*, 21-36.

Demeyer, D. ve Stahnke, L., 2002, Quality control of fermented meat products, In: Meat processing: Improving quality, Eds: Woodhead, p. 359-393.

Demeyer, D. ve Toldrá, F., 2004, Encyclopedia of meat Science. Fermentation, Elsevier Science Ltd. London.

Demir, N., 2013, Fermente sucuk üretiminde şalgam suyu kullanımının bazı patojenlerin canlılığı üzerine etkisi. , *Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.*

Demirel, Y. N. ve Gürler, Z., 2018, The effect of natural microbiota on colour, texture and sensory properties of sucuk during the production, *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 65 (2), 137-143.

Deraz, S. F., Karlsson, E. N., Hedström, M., Andersson, M. M. ve Mattiasson, B., 2005, Purification and characterisation of acidocin D20079, a bacteriocin produced by Lactobacillus acidophilus DSM 20079, *Journal of Biotechnology.*, 117 (4), 343-354.

Deraz, S. F., Karlsson, E. N., Khalil, A. A. ve Mattiasson, B., 2007, Mode of action of acidocin D20079, a bacteriocin produced by the potential probiotic strain, Lactobacillus acidophilus DSM 20079, *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology.*, 34 (5), 373-379.

Dertli, E., Yilmaz, M. T., Tatlisu, N. B., Toker, O. S., Cankurt, H. ve Sagdic, O., 2016, Effects of in situ exopolysaccharide production and fermentation conditions on physicochemical, microbiological, textural and microstructural properties of Turkish-type fermented sausage (sucuk), *Meat Science*, 121, 156-165.

Diaz, O., Fernandez, M., de Fernando, G. D. G., de la Hoz, L. ve Ordóñez, J. A., 1993, Effect of the addition of pronase E on the proteolysis in dry fermented sausages, *Meat Science*, 34 (2), 205-216.

Dicks, L., Mellett, F. ve Hoffman, L., 2004, Use of bacteriocin-producing starter cultures of Lactobacillus plantarum and Lactobacillus curvatus in production of ostrich meat salami, *Meat Science*, 66 (3), 703-708.

Dierick, N., Vandekerckhove, P. ve Demeyer, O., 1974, Changes in nonprotein nitrogen compounds during dry sausage ripening, *Journal of Food Science*, 39 (2), 301-304.

Donnet-Hughes, A., Rochat, F., Serrant, P., Aeschlimann, J. ve Schiffrin, E., 1999, Modulation of nonspecific mechanisms of defense by lactic acid bacteria: effective dose, *Journal of Dairy Science.*, 82 (5), 863-869.

Doosti Fard, E., 2014, Köfte Tipi Et Ürünlerinde Emülsiye Edilmiş Zeytin Yağı ve Nohut Unu Kullanımının Ürün Özelliklerine Etkilerinin Araştırılması, *Ege Üniversitesi*.

Doßmann, M., Klostermaier, P., Vogel, R. ve Hammes, W., 1998, Influence of ecological parameters on the competitiveness of L. pentosus and L. sakei, *Fleischwirtschaft (Germany)*.

Dönderici, Z., 2005, S. Penicillium Cinsine Ait Bazı Küflerin Türk Tipi Fermente Sucuk Üretiminde Koruyucu Kültür Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması, *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.*

Dror, Y., 2003, Dietary fiber intake for the elderly, *Nutrition*, 19 (4), 388.

Drozdowski, L. A., Reimer, R. A., Temelli, F., Bell, R. C., Vasanthan, T. ve Thomson, A. B., 2010, β-Glucan extracts inhibit the in vitro intestinal uptake of long-chain

fatty acids and cholesterol and down-regulate genes involved in lipogenesis and lipid transport in rats, *The Journal of Nutritional Biochemistry.*, 21 (8), 695-701.

Duman, M., 2013, Farklı starter kültürler kullanılarak üretilen Tokat bez sucuklarının bazı fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.*

Dündar, A., 2011, Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilen köftelerde heterosiklik aromatik aminlerin oluşumunun sınırlandırılmasında optimum tuz, askorbik asit ve yağ kullanım seviyelerinin yanıt yüzey yöntemi ile belirlenmesi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.*

Džinić, N., Ivić, M., Jokanović, M., Šojić, B., Škaljac, S. ve Tomović, V., 2016, Chemical, Color, Texture and Sensory Properties of Čajna Kobasica, a Dry Fermented Sausage, *Quality of Life.*, 13 (1-2).

Eim, V. S., Simal, S., Rosselló, C. ve Femenia, A., 2008, Effects of addition of carrot dietary fibre on the ripening process of a dry fermented sausage (sobrassada), *Meat Science*, 80 (2), 173-182.

Ekici, L., Ozturk, I., Karaman, S., Caliskan, O., Tornuk, F., Sagdic, O. ve Yetim, H., 2015, Effects of black carrot concentrate on some physicochemical, textural, bioactive, aroma and sensory properties of sucuk, a traditional Turkish dry-fermented sausage, *LWT-Food Science and Technology*, 62 (1), 718-726.

Ekşi, A., 2005, Bilimsel ve yasal açıdan gıdaların fonksiyonelliği, *Gıda Kongresi*, 19-21.

Ekşi, H., 2011, Sucuk üretiminde kaşar peynir kullanımı, *Anka Üniv. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi* (11).

Elías, M. ve Carrascosa, A. V., 2010, Characterisation of the Paio do Alentejo, a traditional Portuguese Iberian sausage, in respect to its safety, *Food Control.*, 21 (1), 97-102.

Enan, G., El-Essawy, A., Uyttendaele, M. ve Debevere, J., 1996, Antibacterial activity of *Lactobacillus plantarum* UG1 isolated from dry sausage: characterization, production and bactericidal action of plantaricin UG1, *International Journal of Food Microbiology.*, 30 (3), 189-215.

Ensoy, Ü., 2004, Hindi sucuğu üretiminde starter kültür kullanımı ve ısıl işlem uygulamasının ürün karakteristikleri üzerine etkisi, *Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara*, 138.

Ercoşkun, H., 1999, Farklı starter kültürler kullanılarak üretilen sucukların bazı özellikler ve uçucu aroma bileşikleri, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli*.

Ercoşkun, H., 2006, Isıl işlem uygulanarak üretilen sucukların bazı kalite özelliklerine fermantasyon süresinin etkileri, *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.*

Ercoşkun, H. ve Özkal, S. G., 2011, Kinetics of traditional Turkish sausage quality aspects during fermentation, *Food control*, 22 (2), 165-172.

Erdoğrul, Ö. ve Ergün, Ö., 2005, Kahramanmaraş piyasasında tüketilen sucukların bazı fiziksel,kimyasal, duyusal ve mikrobiyolojik özellikleri, *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 31 (1), 55-65.

Eren, H., 1999, Türk dilinin etimolojik sözlüğü, Bizim Buro Basm Evi.

Ergönül, B., Ergönül, P. G. ve Obuz, E., 2009, Funktionelle Eigenschaften prebiotischer Zutaten in Fleischprodukten: Chemische, physikalische und sensorische Eigenschaften von mit Inulin und Oligofruktose hergestellten Hackfleischbällchen, *Fleischwirtschaft*, 89 (2), 140-143.

Erkkilä, S. ve Petäjä, E., 2000, Screening of commercial meat starter cultures at low pH and in the presence of bile salts for potential probiotic use, *Meat Science*, 55 (3), 297-300.

Erkkilä, S., Suihko, M.-L., Eerola, S., Petäjä, E. ve Mattila-Sandholm, T., 2001, Dry sausage fermented by Lactobacillus rhamnosus strains, *International Journal of Food Microbiology.*, 64 (1-2), 205-210.

Erkmen, O. ve Bozkurt, H., 2004, Quality characteristics of retailed sucuk (Turkish dry-fermented sausage), *Food Technology and Biotechnology*, 42 (1), 63-70.

Ertaş, A., 1985, Et ürünlerinin üretim teknikleri ve mikroorganizmalar, *Kükem Dergisi*, 8, 131-133.

Ertaş, A. H., 1979, Ette bozulmaya neden olan mikroorganizmalar, *Gıda Dergisi*, 4 (6), 187-191.

Fadda, S., Vignolo, G., Holgado, A. P. ve Oliver, G., 1998, Proteolytic activity of Lactobacillus strains isolated from dryfermented sausages on muscle sarcoplasmic proteins, *Meat Science*, 49 (1), 11-18.

Fadda, S., Sanz, Y., Vignolo, G., Aristoy, M.-C., Oliver, G. ve Toldrá, F., 1999a, Characterization of muscle sarcoplasmic and myofibrillar protein hydrolysis caused by Lactobacillus plantarum, *Applied and Environmental Microbiology*, 65 (8), 3540-3546.

Fadda, S., Sanz, Y., Vignolo, G., Aristoy, M.-C., Oliver, G. ve Toldrá, F., 1999b, Hydrolysis of Pork Muscle Sarcoplasmic Proteins byLactobacillus curvatus and Lactobacillus sake, *Applied and Environmental Microbiology*, 65 (2), 578-584.

FAO, 2007, Standards Service (AGNS), *Technical Report on Prebiotics. FAO*.

FAO/WHO., 2002, Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization. Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. Report of a Joint FAO/WHO Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food.

FDA, 1997, FDA allows whole oat foods to make health claim on reducing the risk of heart disease, *FDA Talk Paper*.

Fernandes, M. S., Cruz, A. G., Arroyo, D. M. D., José de Assis, F. F., Cristianini, M. ve Sant'Ana, A. S., 2013, On the behavior of Listeria innocua and Lactobacillus acidophilus co-inoculated in a dairy dessert and the potential impacts on food safety and product's functionality, *Food Control.*, 34 (2), 331-335.

Fernández-López, J., Viuda-Martos, M., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., Navarro, C. ve Pérez-Alvarez, J. A., 2007, Orange fibre as potential functional ingredient for dry-cured sausages, *European Food Research and Technology*, 226 (1-2), 1-6.

Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., Navarro, C. ve Pérez-Alvarez, J., 2008, Physico-chemical and microbiological profiles of "salchichón"(Spanish dry-fermented sausage) enriched with orange fiber, *Meat Science*, 80 (2), 410-417.

Fernández-Ginés, J. M., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E. ve Pérez-Alvarez, J., 2005, Meat products as functional foods: A review, *Journal of Food Science*, 70 (2).

Ferreira, V., Barbosa, J., Silva, J., Vendeiro, S., Mota, A., Silva, F., Monteiro, M. J., Hogg, T., Gibbs, P. ve Teixeira, P., 2007, Chemical and microbiological characterisation of "Salpicão de Vinhais" and "Chouriça de Vinhais": Traditional dry sausages produced in the North of Portugal, *Food microbiology*, 24 (6), 618-623.

Franck, A., 2002, Technological functionality of inulin and oligofructose, *British Journal of Nutrition.*, 87 (S2), S287-S291.

Fujisawa, T., Benno, Y., Yaeshima, T. ve Mitsuoka, T., 1992, Taxonomic study of the Lactobacillus acidophilus group, with recognition of Lactobacillus gallinarum sp. nov. and Lactobacillus johnsonii sp. nov. and synonymy of Lactobacillus acidophilus group A3 (Johnson et al. 1980) with the type strain of Lactobacillus amylovorus (Nakamura 1981), *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 42 (3), 487-491.

Fulcher, R. ve Miller, S., 1993, Structure of oat bran and distribution of dietary fiber components, *Oat Bran (ed. P.J. Wood.). AACC Inc., St.Paul, Minnesota, USA.*, 1-24.

Furrie, E., Macfarlane, S., Kennedy, A., Cummings, J., Walsh, S., O'neil, D. ve Macfarlane, G., 2005, Synbiotic therapy (Bifidobacterium longum/Synergy 1) initiates resolution of inflammation in patients with active ulcerative colitis: a randomised controlled pilot trial, *Gut*, 54 (2), 242-249.

Galton, F., 1885, Section H, Anthropology: Opening Address by Francis Galton, FRS, etc., President of the Anthropological Institute, President of the Section, *Nature*, 24, 507-510.

Galton, F., 1886, Regression towards mediocrity in hereditary stature, *The Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland*, 15, 246-263.

Garai-Ibabe, G., Dueñas, M. T., Irastorza, A., Sierra-Filardi, E., Werning, M. L., López, P., Corbí, A. L. ve De Palencia, P. F., 2010, Naturally occurring 2-substituted (1, 3)-β-D-glucan producing *Lactobacillus suebicus* and *Pediococcus parvulus* strains with potential utility in the production of functional foods, *Bioresource Technology.*, 101 (23), 9254-9263.

Garcia, M., Dominguez, R., Galvez, M., Casas, C. ve Selgas, M., 2002, Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages, *Meat Science*, 60 (3), 227-236.

Garriga, M., Hugas, M., Aymerich, T. ve Monfort, J., 1993, Bacteriocinogenic activity of lactobacilli from fermented sausages, *Journal of Applied Microbiology*, 75 (2), 142-148.

Gelabert, J., Gou, P., Guerrero, L. ve Arnau, J., 2003, Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages, *Meat Science*, 65 (2), 833-839.

Gençcelep, H., Kaban, G. ve Kaya, M., 2007, Effects of starter cultures and nitrite levels on formation of biogenic amines in sucuk, *Meat Science*, 77 (3), 424-430.

Gibson, G. R. ve Roberfroid, M. B., 1995a, Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics, *The Journal of nutrition*, 125 (6), 1401-1412.

Gibson, G. R. ve Roberfroid, M. B., 1995b, Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics, *The Journal of Nutrition.*, 125 (6), 1401-1412.

Gibson, G. R. ve Williams, C. M., 2000, Functional foods: concept to product, Woodhead publishing limited, p.

Gibson, G. R., Probert, H. M., Van Loo, J., Rastall, R. A. ve Roberfroid, M. B., 2004, Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics, *Nutrition research reviews*, 17 (2), 259-275.

Gimeno, O., Ansorena, D., Astiasarán, I. ve Bello, J., 2000, Characterization of chorizo de Pamplona: instrumental measurements of colour and texture, *Food Chemistry*, 69 (2), 195-200.

Gokalp, H., Kaya, M., Zorba, O. ve Tulek, Y., 1999, Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuar Uygulama Kılavuzu, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 318, Ders Kitabı: 69, Erzurum.

González-Fernández, C., Santos, E. M., Rovira, J. ve Jaime, I., 2006, The effect of sugar concentration and starter culture on instrumental and sensory textural properties of chorizo-Spanish dry-cured sausage, *Meat Science*, 74 (3), 467-475.

Gøtterup, J., Olsen, K., Knøchel, S., Tjener, K., Stahnke, L. H. ve Møller, J. K., 2008, Colour formation in fermented sausages by meat-associated staphylococci with different nitrite-and nitrate-reductase activities, *Meat Science*, 78 (4), 492-501.

Göğüş, A. K., 1986, Et teknolojisi, Ankara Üniversitesi Basımevi, p.

Gök, V., 2006, Antioksidan kullanımının fermente sucukların bazı kalite özellikleri üzerine etkileri, *Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara*.

Gökalp, H. Y., Kaya, M. ve Zorba, Ö., 2004, Et Ürünleri İşleme Mühendisliği, *Atatürk Üniv. Yayın No: 786, Ziraat Fak. Yayın No: 320, Ders Kitapları Serisi No: 70, Erzurum.*

Gökmen, M., 2010, Türk sucuğu üretiminde kitosan kullanımı ve kalite üzerine etkileri, *Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*.

Gönülalan, Z., Arslan, A. ve Köse, A., 2004, Effects of different starter culture combinations on fermented sausages, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28 (1), 7-16.

Gözübüyük, S. T. ve Özdemir, H., 2004, Ticari starter kültürlerin fermente Türk sucuklarının organoleptik kalite niteliklerine etkisi, *Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara*.

Guergoletto, K. B., Magnani, M., San Martin, J., de Jesus Andrade, C. G. T. ve Garcia, S., 2010, Survival of *Lactobacillus casei* (LC-1) adhered to prebiotic vegetal fibers, *Innovative Food Science & Emerging Technologies.*, 11 (2), 415-421.

Gün, M., 2014, Sığır eti köftelerinin bazı fiziksel kimyasal tekstürel ve duyusal özellikleri üzerine çeşitli sütçülük yan ürünlerinin etkisi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Gürsoy, O., Kınık, Ö. ve Gönen, İ., 2005, Probiyotikler ve gastrointestinal sağlığa etkileri, *Türk Mikrobiyol Cem Dergisi*, 35, 136-148.

Gürtekin, E., Bulak, S. ve Taşkan, E., 2018, Hücre Dışı Polimerik Maddeler, *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7 (1), 168-179.

Hahn, J., Chung, T. ve Baker, D., 1990, Nutritive value of oat flour and oat bran, *Journal of Animal Science*, 68 (12), 4253-4260.

Hamm, R., 1977, Postmortem breakdown of ATP and glycogen in ground muscle: A review, *Meat Science*, 1 (1), 15-39.

Hammes, W. ve Hertel, C., 1998, New developments in meat starter cultures, *Meat Science*, 49, S125-S138.

Hammes, W. P., Bantleon, A. ve Min, S., 1990, Lactic acid bacteria in meat fermentation, *FEMS Microbiology Letters*, 87 (1-2), 165-173.

Hampikyan, H., 2006, Fermente Sucuklarda Nisin kullanımının *Listeria monocytogenes* Üzerine Etkileri, *Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı. Doktora tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi*.

Hansen, P. A. ve Mocquot, G., 1970, Lactobacillus acidophilus (Moro) comb. nov, *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 20 (3), 325-327.

Haro, C., Villena, J., Zelaya, H., Alvarez, S. ve Agüero, G., 2009, Lactobacillus casei modulates the inflammation-coagulation interaction in a pneumococcal pneumonia experimental model, *Journal of Inflammation*, 6 (1), 28.

Herrero, A., Ordóñez, J., de Avila, R., Herranz, B., De la Hoz, L. ve Cambero, M., 2007, Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) and physico-chemical characteristics, *Meat Science*, 77 (3), 331-338.

Higgins, F., Kerry, J., Buckley, D. ve Morrissey, P., 1998, Effect of dietary α-tocopheryl acetate supplementation on α-tocopherol distribution in raw turkey muscles and its effect on the storage stability of cooked turkey meat, *Meat Science*, 50 (3), 373-383.

Howell, D., 1992, Statistical methods for psychology Boston, *MA: PWS-Kent*.

Hoyos, A. B., 1999, Reduced incidence of necrotizing enterocolitis associated with enteral administration of Lactobacillus acidophilus and Bifidobacterium infantis to neonates in an intensive care unit, *International Journal of Infectious Diseases*, 3 (4), 197-202.

Huang, S., Shiau, C., Liu, T., Chu, C. ve Hwang, D., 2005, Effects of rice bran on sensory and physico-chemical properties of emulsified pork meatballs, *Meat Science*, 70 (4), 613-619.

Hugas, M., Garriga, M., Aymerich, M. ve Monfort, J., 1995, Inhibition of Listeria in dry fermented sausages by the bacteriocinogenic Lactobacillus sake CTC494, *Journal of Applied Microbiology*, 79 (3), 322-330.

Hugas, M., Neumeyer, B., Pages, F., Garriga, M. ve Hammes, W., 1996, Antimicrobial activity of bacteriocin-producing cultures in meat products. 2. Comparison of the antilisterial potential of bacteriocin-producing lactobacilli in fermenting sausages, *Fleischwirtschaft*, 76 (6), 649-652.

Hughes, E., Cofrades, S. ve Troy, D., 1997, Effects of fat level, oat fibre and carrageenan on frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat, *Meat Science*, 45 (3), 273-281.

Hunt, M., Acton, J., Benedict, R., Calkins, C., Cornforth, D., Jeremiah, L., Olson, D., Salm, C., Savell, J. ve Shivas, S., 1991, Guidelines for meat color evaluation, *44th Annual Reciprocal Meat Conference*, 9-12.

İçöz, A., 2017, Tekirdağ Köftesinin Farklı Oranlarda Jelatin, Gliserol ve Kekik Ekstraktı İçeren Çözelti İle Kaplanmasının Raf Ömrüne Etkisinin Araştırılması, *Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.*

İnanç, N., Şahin, H. ve Çiçek, B., 2005, Probiyotik ve Prebiyotiklerin Sağlık Üzerine Etkileri, *Erciyes Tıp Dergisi, 27 (3), 122-127.*

Incze, K., 1998, Dry fermented sausages, *Meat Science*, 49, S169-S177.

Işıdan, H., 2009, Probiyotikler, *Yunus Araştırma Bülteni*, 2009 (1), 9-12.

Işıkçı, F., 2014, Soğukta ve Dondurularak Depolanan Köfte Kalitesine Maviyemiş Ekstraktının Etkisi, *Ankara Üniversitesi*.

Jalili, T., Medeiros, D. M. ve Wildman, R. E., 2001, Dietary fiber and coronary heart disease, *Nutraceuticals*.

Jang, S. ve Xu, Z., 2009, Lipophilic and hydrophilic antioxidants and their antioxidant activities in purple rice bran, *Journal of Agricultural and Food Chemistry.*, 57 (3), 858-862.

Jeltema, M., Zabik, M. ve Thiel, L., 1983, Prediction of cookie quality from dietary fiber components, *Cereal Chemistry*, 60 (3), 227-230.

Jensen, L. B. ve Paddock, L. S., 1940, Sausage treatment, Google Patents.

Jespersen, L., Tarnow, I., Eskesen, D., Morberg, C. M., Michelsen, B., Bügel, S., Dragsted, L. O., Rijkers, G. T. ve Calder, P. C., 2015, Effect of *Lactobacillus*

paracasei subsp. *paracasei*, *L. casei* 431 on immune response to influenza vaccination and upper respiratory tract infections in healthy adult volunteers: a randomized, double-blind, placebo-controlled, parallel-group study–, *The American Journal of Clinical Nutrition.*, 101 (6), 1188-1196.

Jeurink, P. V., van Esch, B. C., Rijnierse, A., Garssen, J. ve Knippels, L. M., 2013, Mechanisms underlying immune effects of dietary oligosaccharides–, *The American Journal of Clinical Nutrition.*, 98 (2), 572S-577S.

Jiménez-Colmenero, F., Carballo, J. ve Cofrades, S., 2001, Healthier meat and meat products: their role as functional foods, *Meat Science*, 59 (1), 5-13.

Johansson, G., Berdagué, J.-L., Larsson, M., Tran, N. ve Borch, E., 1994, Lipolysis, proteolysis and formation of volatile components during ripening of a fermented sausage with Pediococcus pentosaceus and Staphylococcus xylosus as starter cultures, *Meat Science*, 38 (2), 203-218.

Jones, B. V., Begley, M., Hill, C., Gahan, C. G. ve Marchesi, J. R., 2008, Functional and comparative metagenomic analysis of bile salt hydrolase activity in the human gut microbiome, *Proceedings of the National Academy of Sciences.*

Jones, P. J., 2002, Clinical nutrition: 7. Functional foods—more than just nutrition, *Canadian Medical Association Journal*, 166 (12), 1555-1563.

Kaban, G. ve Kaya, M., 2007, *Staphylococcus xylosus* ve *Lactobacillus plantarum* suşlarının sucuğun duyusal özellikleri ve renk değerleri üzerine etkileri, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38 (1), 83-89.

Kaban, G. ve Kaya, M., 2010, Farklı Proses Şartlarında Olgunlaştırılan Sucukların Uçucu Bileşikleri ve Diğer Kalitatif Özellikleri, *Tübitak Tovak 107 O 769 no'lu Proje Sonuç Raporu*.

Kabir, M., Oppert, J.-M., Vidal, H., Bruzzo, F., Fiquet, C., Wursch, P., Slama, G. ve Rizkalla, S. W., 2002, Four-week low-glycemic index breakfast with a modest amount of soluble fibers in type 2 diabetic men, *Metabolism-Clinical and Experimental*, 51 (7), 819-826.

Kaleli, İ., 2007, Probiyotiklerin etki mekanizması, *Antibiyotik ve Kemoterapi Derneği Dergisi*, 21, 238-242.

Kaneda, I., Kubo, F. ve Sakurai, H., 2007, Relationship between trace metal concentration and antioxidative activity of ancient rice bran (red and black rice) and a present-day rice bran (Koshihikari), *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 21 (1), 43-51.

Kang, V. A., Boodhoo, K. ve Santchurn, S. J., 2015, Caractéristiques microbiologiques et physico-chimiques de la saucisse chinoise de Rodrigues, *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 67 (3), 105-106.

Kanner, J., 1994, Oxidative processes in meat and meat products: quality implications, *Meat Science*, 36 (1-2), 169-189.

Kargozari, M., Moini, S., Basti, A. A., Emam-Djomeh, Z., Gandomi, H., Martin, I. R., Ghasemlou, M. ve Carbonell-Barrachina, Á. A., 2014, Effect of autochthonous starter cultures isolated from Siahmazgi cheese on physicochemical, microbiological and volatile compound profiles and sensorial attributes of sucuk, a Turkish dry-fermented sausage, *Meat Science*, 97 (1), 104-114.

Karre, L., Lopez, K. ve Getty, K. J., 2013, Natural antioxidants in meat and poultry products, *Meat Science*, 94 (2), 220-227.

Kayaardı, S. ve Gök, V., 2004, Effect of replacing beef fat with olive oil on quality characteristics of Turkish soudjouk (sucuk), *Meat Science*, 66 (1), 249-257.

Kedia, G., Vázquez, J. A. ve Pandiella, S. S., 2008, Fermentability of whole oat flour, PeriTec flour and bran by *Lactobacillus plantarum*, *Journal of food engineering*, 89 (2), 246-249.

Keller, J., Skelley, G. ve Acton, J., 1974, Effect of meat particle size and casing diameter on summer sausage properties during drying, *Journal of Milk and Food Technology*, 37 (2), 101-106.

Kim, D. ve Han, G. D., 2011, Ameliorating effects of fermented rice bran extract on oxidative stress induced by high glucose and hydrogen peroxide in 3T3-L1 adipocytes, *Plant Foods for Human Nutrition.*, 66 (3), 285.

Kim, M. J., Ku, S., Kim, S. Y., Lee, H. H., Jin, H., Kang, S., Li, R., Johnston, T. V., Park, M. S. ve Ji, G. E., 2018, Safety Evaluations of *Bifidobacterium bifidum* BGN4 and *Bifidobacterium longum* BORI, *International Journal of Molecular Sciences.*, 19 (5), 1422.

Knol, J., Boehm, G., Lidestri, M., Negretti, F., Jelinek, J., Agosti, M., Stahl, B., Marini, A. ve Mosca, F., 2005a, Increase of faecal bifidobacteria due to dietary oligosaccharides induces a reduction of clinically relevant pathogen germs in the faeces of formula-fed preterm infants, *Acta Paediatrica*, 94, 31-33.

Knol, J., Scholtens, P., Kafka, C., Steenbakkers, J., Gro, S., Helm, K., Klarczyk, M., Schöpfer, H., Böckler, H.-M. ve Wells, J., 2005b, Colon microflora in infants fed formula with galacto-and fructo-oligosaccharides: more like breast-fed infants, *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition.*, 40 (1), 36-42.

Knorr, D., 1998, Technology aspects related to microorganisms in functional foods, *Trends in Food Science & Technology*, 9 (8-9), 295-306.

Komprda, T., Neznalova, J., Standara, S. ve Bover-Cid, S., 2001, Effect of starter culture and storage temperature on the content of biogenic amines in dry fermented sausage poličan, *Meat Science*, 59 (3), 267-276.

Komprda, T., Smělá, D., Pechová, P., Kalhotka, L., Štencl, J. ve Klejdus, B., 2004, Effect of starter culture, spice mix and storage time and temperature on biogenic amine content of dry fermented sausages, *Meat Science*, 67 (4), 607-616.

Konings, W. N., 2002, The cell membrane and the struggle for life of lactic acid bacteria, In: Lactic Acid Bacteria: Genetics, Metabolism and Applications, Eds: Springer, p. 3-27.

Korel, F., 1996, Analyses of Fermented Sausages and the Use of Starter Cultures and Carbohydrates in Fermented Turkey Sausage, *Clemson University, Animal and Veterinary Sciences, Master of Science (MS) Thesis, Archived Theses. 3096.* https://tigerprints.clemson.edu/arv_theses/3096.

Kozan, H. İ. ve Sarıçoban, C., 2016, Effects of light sources on physicochemical/color properties and oxidative/microbiological stability of ground beef during storage at 4 C, *FLEISCHWIRTSCHAFT International*, 4, 63-68.

Köksel, H. ve Özboy, Ö., 1993, Besinsel liflerin insan sağlığındaki rolü, *Gıda Dergisi*, 18 (5).

Krockel, L., 2006, Use of probiotic bacteria in meat products, *Fleischwirtschaft*, 86, 109-113.

Kunz, C., Rodriquez-Palmero, M., Koletzko, B. ve Jensen, R., 1999, Nutritional and biochemical properties of human milk, Part I: General aspects, proteins, and carbohydrates, *Clinics in Perinatology.*, 26 (2), 307-333.

Kuo, J. C. ve Chen, H. L., 2004, Combination effect of sodium lactate and irradiation on color, lactic acid bacteria, lipid oxidation and residual nitrite in Chinese sausages during storage at 25° C, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84 (8), 903-908.

Langlands, S., Hopkins, M., Coleman, N. ve Cummings, J., 2004, Prebiotic carbohydrates modify the mucosa associated microflora of the human large bowel, *Gut*, 53 (11), 1610-1616.

Lario, Y., Sendra, E., Garcıa-Pérez, J., Fuentes, C., Sayas-Barberá, E., Fernández-López, J. ve Pérez-Alvarez, J., 2004, Preparation of high dietary fiber powder from lemon juice by-products, *Innovative Food Science & Emerging Technologies.*, 5 (1), 113-117.

Lazaridou, A., Serafeimidou, A., Biliaderis, C. G., Moschakis, T. ve Tzanetakis, N., 2014, Structure development and acidification kinetics in fermented milk containing oat β-glucan, a yogurt culture and a probiotic strain, *Food Hydrocolloids*, 39, 204-214.

Lee, B. J., Hendricks, D. G. ve Cornforth, D. P., 1998, Antioxidant effects of carnosine and phytic acid in a model beef system, *Journal of Food Science*, 63 (3), 394-398.

Leland, J. V., 1997, Flavor interactions: the greater whole, *Food Technology (USA).*

Leroy, F. ve De Vuyst, L., 2004, Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry, *Trends in Food Science & Technology*, 15 (2), 67-78.

Leroy, F., Verluyten, J. ve De Vuyst, L., 2006, Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation, *International Journal of Food Microbiology.*, 106 (3), 270-285.

Liaros, N., Katsanidis, E. ve Bloukas, J., 2009, Effect of the ripening time under vacuum and packaging film permeability on processing and quality characteristics of low-fat fermented sausages, *Meat Science*, 83 (4), 589-598.

Lin, H.-C., Su, B.-H., Chen, A.-C., Lin, T.-W., Tsai, C.-H., Yeh, T.-F. ve Oh, W., 2005, Oral probiotics reduce the incidence and severity of necrotizing enterocolitis in very low birth weight infants, *Pediatrics*, 115 (1), 1-4.

Liu, L., Winter, K. M., Stevenson, L., Morris, C. ve Leach, D. N., 2012, Wheat bran lipophilic compounds with *in vitro* anticancer effects, *Food Chemistry*, 130 (1), 156-164.

Luke, F., 1985, Fermented sausages in" Microbiology of fermented foods, *Elsevier Applied Science Publishers (ed. BJB Wood), London and New York*, 1 (985), 41-83.

Lücke, F.-K., 2000, Utilization of microbes to process and preserve meat, *Meat Science*, 56 (2), 105-115.

Lücke, F., 1986, Microbiological processes in the manufacture of dry sausage and raw ham, *Fleischwirtschaft*, 66, 1505-1509.

Magness, J. R., Markle, G. M. ve Compton, C. C., 1971, Food and feed crops of the United States.

Marlett, J., 1993, Comparisons of dietary fiber and selected nutrient compositions of oat and other grain fractions, *Oat Bran.*, 49-82.

Marranzino, G., Villena, J., Salva, S. ve Alvarez, S., 2012, Stimulation of macrophages by immunobiotic Lactobacillus strains: influence beyond the intestinal tract, *Microbiology and Immunology.*, 56 (11), 771-781.

Mårtensson, O., Öste, R. ve Holst, O., 2002, The effect of yoghurt culture on the survival of probiotic bacteria in oat-based, non-dairy products, *Food Research International*, 35 (8), 775-784.

Mårtensson, O., Biörklund, M., Lambo, A. M., Dueñas-Chasco, M., Irastorza, A., Holst, O., Norin, E., Welling, G., Öste, R. ve Önning, G., 2005, Fermented, ropy, oat-based products reduce cholesterol levels and stimulate the bifidobacteria flora in humans, *Nutrition Research.*, 25 (5), 429-442.

Mataragas, M., Metaxopoulos, J. ve Drosinos, E., 2002, Characterization of two bacteriocins produced by *Leuconostoc mesenteroides* L124 and *Lactobacillus curvatus* L442, isolated from dry fermented sausages, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 18 (9), 847-856.

McCleary, B. V., DeVries, J. W., Rader, J. I., Cohen, G., Prosky, L., Mugford, D. C., Champ, M. ve Okuma, K., 2012, Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber (CODEX definition) by enzymatic-gravimetric method and liquid chromatography: collaborative study, *Journal of AOAC International*, 95 (3), 824-844.

Messi, P., Bondi, M., Sabia, C., Battini, R. ve Manicardi, G., 2001, Detection and preliminary characterization of a bacteriocin (plantaricin 35d) produced by a Lactobacillus plantarum strain, *International journal of food microbiology*, 64 (1-2), 193-198.

Mirelman, D., 1986, Microbial Lectins and Agglutinins: Properties and Biological Activity, Wiley New York.

Molbay, D. ve Çekin, M. D., 2007, Probiyotikler ve Prebiyotiklerin Önemi, *Türkiye Aile Hekimliği Dergisi*, 3 (3-4), 85-88.

Montel, M.-C., Seronie, M.-P., Talon, R. ve Hebraud, M., 1995, Purification and characterization of a dipeptidase from Lactobacillus sake, *Applied and Environmental Microbiology*, 61 (2), 837-839.

Montel, M., Masson, F. ve Talon, R., 1998, Bacterial role in flavour development, *Meat Science*, 49, S111-S123.

Moro, E., 1900, Ueber den Bacillus acidophilus n. spec. Ein Beitrag zur Kenntnis s der normalen Darmbacterien des Sauglings, *Wiener klin. Wochenschr*, 13, 114-115.

Moshfegh, A. J., Friday, J. E., Goldman, J. P. ve Ahuja, J. K. C., 1999, Presence of inulin and oligofructose in the diets of Americans, *The Journal of Nutrition.*, 129 (7), 1407S-1411S.

Muthukumarasamy, P. ve Holley, R. A., 2006, Microbiological and sensory quality of dry fermented sausages containing alginate-microencapsulated *Lactobacillus reuteri*, *International Journal of Food Microbiology.*, 111 (2), 164-169.

Naes, H., Holck, A. L., Axelsson, L., Andersen, H. J. ve Blom, H., 1994, Accelerated ripening of dry fermented sausage by addition of a *Lactobacillus proteinase*, *International Journal of Food Science & Technology.*, 29 (6), 651-659.

Niinivaara, F., Pohja, M. ve SE, K., 1964, Some aspects about using bacterial pure cultures in manufacture of fermented sausages, *Food Technology*, 18 (2), 147-&.

Niinivaara, F. P., 1955, Über den Einfluss von Bakterienreinkuturen auf die Reifung und Umrötung der Rohwurst.

Niku-Paavola, M. L., Laitila, A., Mattila-Sandholm, T. ve Haikara, A., 1999, New types of antimicrobial compounds produced by *Lactobacillus plantarum*, *Journal of Applied Microbiology*, 86 (1), 29-35.

Niness, K. R., 1999, Inulin and oligofructose: what are they?, *The Journal of nutrition*, 129 (7), 1402S-1406S.

Niskanen, A. ve Nurmi, E., 1976, Effect of starter culture on staphylococcal enterotoxin and thermonuclease production in dry sausage, *Applied and Environmental Microbiology*, 31 (1), 11-20.

Niven, C., 1958, The AMIF Sausage Starter Culture: Background Questions and Answers, American Meat Institute Foundation, p.

Nurmi, E. ve Niinivaara, F., 1964, Lipid changes of fats in dry sausages, *Proceedings of the 10th European Meeting Meat Research Workers, Roskilde, G-8*.

Nurmi, E., 1966, Effect of bacterial inoculations on vharacteristics and microbial flora of dry sausage, *Thesis, University of Helsinki. Acta Agralia Fennica, 108, 1–77.*

Nychas, G. ve Arkoudelos, J., 1990, Staphylococci: their role in fermented sausages, *Journal of Applied Microbiology*, 69 (S19).

OECD, 2017, Meat consumption.

Olivares, A., Navarro, J. L. ve Flores, M., 2009, Establishment of the contribution of volatile compounds to the aroma of fermented sausages at different stages of processing and storage, *Food Chemistry*, 115 (4), 1464-1472.

Ordóñez, J. A., Hierro, E. M., Bruna, J. M. ve Hoz, L. d. l., 1999, Changes in the components of dry-fermented sausages during ripening, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 39 (4), 329-367.

Ouwehand, A. C., Derrien, M., de Vos, W., Tiihonen, K. ve Rautonen, N., 2005, Prebiotics and other microbial substrates for gut functionality, *Current Opinion in Biotechnology.*, 16 (2), 212-217.

Özden, A., 2005, Gastro-intestinal sistem ve probiyotik prebiyotik synbiyotik, *Güncel Gastroenteroloji*, 9 (3), 124-133.

Öztan, A., 1993, Et Bilimi ve Teknolojisi. , *Hacettepe Üniv Mühendislik Fak. Yay*, Yayın No:19 (19), 128-129.

Pagán-Moreno, M., Gago-Gago, M., Pérez-Alvarez, J., Sayas-Barberá, M., Rosmini, M., Perlo, F. ve Aranda-Catalá, V., 1997, Entstehung von Farbparametern während der Herstellung von Chorizo, *Fleischwirtschaft*, 77 (7), 664-666.

Pajari, A.-M., Oikarinen, S., Gråsten, S. ve Mutanen, M., 2000, Diets enriched with cereal brans or inulin modulate protein kinase C activity and isozyme expression in rat colonic mucosa, *British journal of Nutrition*, 84 (5), 635-643.

Papadima, S. ve Bloukas, J., 1999, Effect of fat level and storage conditions on quality characteristics of traditional Greek sausages, *Meat Science*, 51 (2), 103-113.

Parracho, H., McCartney, A. L. ve Gibson, G. R., 2007, Probiotics and prebiotics in infant nutrition, *Proceedings of the Nutrition Society.*, 66 (3), 405-411.

Parvez, S., Malik, K. A., Ah Kang, S. ve Kim, H. Y., 2006, Probiotics and their fermented food products are beneficial for health, *Journal of Applied Microbiology*, 100 (6), 1171-1185.

Pearson, K., 1895, Note on regression and inheritance in the case of two parents, *Proceedings of the Royal Society of London*, 58, 240-242.

Pearson, K., 1920, Notes on the history of correlation, *Biometrika*, 13 (1), 25-45.

Peck, M. W. ve Stringer, S. C., 2005, The safety of pasteurised in-pack chilled meat products with respect to the foodborne botulism hazard, *Meat Science*, 70 (3), 461-475.

Pennacchia, C., Vaughan, E. ve Villani, F., 2006, Potential probiotic Lactobacillus strains from fermented sausages: Further investigations on their probiotic properties, *Meat Science*, 73 (1), 90-101.

Pereira, D. I., McCartney, A. L. ve Gibson, G. R., 2003, An in vitro study of the probiotic potential of a bile-salt-hydrolyzing Lactobacillus fermentum strain, and determination of its cholesterol-lowering properties, *Applied and Environmental Microbiology*, 69 (8), 4743-4752.

Pérez-Alvarez, J., 1996, Contribución al estudio objetivo del color en productos cárnicos crudo-curados (PhD Thesis), *Valencia, Spain: Universidad Politécnica de Valencia*.

Pérez-Alvarez, J. A., Sayas-Barberá, M. a. E., Fernández-López, J. ve Aranda-Catalá, V., 1999, Physicochemical characteristics of Spanish-type dry-cured sausage, *Food Research International*, 32 (9), 599-607.

Pidcock, K., Heard, G. ve Henriksson, A., 2002, Application of nontraditional meat starter cultures in production of Hungarian salami, *International Journal of Food Microbiology.*, 76 (1-2), 75-81.

Pinero, M., Parra, K., Huerta-Leidenz, N., De Moreno, L. A., Ferrer, M., Araujo, S. ve Barboza, Y., 2008, Effect of oat's soluble fibre (β-glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties, *Meat Science*, 80 (3), 675-680.

Pinho, L. X., Afonso, M. R. A., Carioca, J. O. B., Costa, J. M. C. d. ve Ramos, A. M., 2011, The use of cashew apple residue as source of fiber in low fat hamburgers, *Food Science and Technology*, 31 (4), 941-945.

Pinto, M. F., Ponsano, E., Franco, B. ve Shimokomaki, M., 2002, Charqui meats as fermented meat products: role of bacteria for some sensorial properties development, *Meat Science*, 61 (2), 187-191.

Pohja, M. ve Nhnivaara, F., 1957, Über die Reifung der Rohwurst, *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 106 (4), 298-301.

Polat, N., 2010, Tokat Bez Sucuğunun Geleneksel Yöntem ve Farklı Et:Yağ Oranları Kullanılarak Üretilmesi., *(Yüksek Lisans Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*.

Prado, F. C., Parada, J. L., Pandey, A. ve Soccol, C. R., 2008, Trends in non-dairy probiotic beverages, *Food Research International*, 41 (2), 111-123.

Puolanne, E., 1977, Der Einfluss von verringerten Nitrit-und Nitratzusätzen auf die Eigenschaften der Rohwurst, *Agricultural and Food Science*, 49 (1), 1-106.

Puolanne, E. ve Kivikari, R., 2000, Determination of the buffering capacity of postrigor meat, *Meat Science*, 56 (1), 7-13.

Puolanne, E. ve Petäjä-Kanninen, E., 2014, Principles of meat fermentation, *Handbook of Fermented Meat and Poultry.*, 13-17.

Rabinal, P. R., 1995, Tecnología, cambios bioquímicos y calidad sensorial de los embutidos curados, *Alimentación, Equipos y Tecnología.*, 14 (1), 73-82.

Radulović, Z., Živković, D., Mirković, N., Petrušić, M., Stajić, S., Perunović, M. ve Paunović, D., 2011, Effect of probiotic bacteria on chemical composition and sensory quality of fermented sausages, *Procedia Food Science*, 1, 1516-1522.

Ralapati, S. ve LaCourse, W., 2002, Carbonhydrayes and Other Electrochemically Active Compounds In 'Methods of Analysis for Functional Foods and Nutraceuticals'. 400 p. Ed: WJ Hurst, CRC Press, USA.

Ramulu, P. ve Rao, P. U., 2003, Total, insoluble and soluble dietary fiber contents of Indian fruits, *Journal of Food Composition and Analysis.*, 16 (6), 677-685.

Rantsiou, K., Drosinos, E. H., Gialitaki, M., Metaxopoulos, I., Comi, G. ve Cocolin, L., 2006, Use of molecular tools to characterize Lactobacillus spp. isolated from Greek traditional fermented sausages, *International journal of food microbiology*, 112 (3), 215-222.

Rao, K., Singh, R., Anjaneyulu, A., Rao, K. ve Yadav, P., 1997, Effect of caseinates and refined wheat flour on the quality of chicken nuggets from spent hens, *Indian Journal of Animal Sciences.*, 67 (11), 1004-1006.

Rastall, R., 2004, Bacteria in the gut: friends and foes and how to alter the balance, *The Journal of Nutrition.*, 134 (8), 2022S-2026S.

Rechkemmer, G. ve Rönnau, K., 1988, Fermentation of polysaccharides and absorption of short chain fatty acids in the mammalian hindgut, *Comparative Biochemistry and Physiology. A, Comparative Physiology.*, 90 (4), 563-568.

Rekhif, N., Atrih, A. ve Lefebvrexy, G., 1995, Activity of plantaricin SA6, a bacteriocin produced by Lactobacillus plantarum SA6 isolated from fermented sausage, *Journal of Applied Microbiology*, 78 (4), 349-358.

Remacle, C. ve Reusens, B., 2004, Functional foods, ageing and degenerative disease, In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Functional Foods, Ageing and Degenerative Disease, Woodhead Publishing, ISBN 9781855737259, https://doi.org/10.1016/B978-1-85573-725-9.50003-4.

Ren, Y., Yang, X., Niu, X., Liu, S. ve Ren, G., 2010, Chemical characterization of the avenanthramide-rich extract from oat and its effect on D-galactose-induced oxidative stress in mice, *Journal of Agricultural and Food Chemistry.*, 59 (1), 206-211.

ResmiGazete, 2018, Türk Gida Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2012/74) http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=9.5.16821&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=et%20%C3%BCr%C3%BCnleri.

Resurreccion, A., 2004, Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products, *Meat Science*, 66 (1), 11-20.

Revilla, E., Santa Maria, C., Miramontes, E., Bautista, J., García-Martínez, A., Cremades, O., Cert, R. ve Parrado, J., 2009, Nutraceutical composition, antioxidant activity and hypocholesterolemic effect of a water-soluble enzymatic extract from rice bran, *Food Research International*, 42 (3), 387-393.

Rhee, K., 2000, Fatty acids in meats and meat products, *Fatty acids in foods and their health implications.* (Ed. 2), 83-108.

Rivera-Espinoza, Y. ve Gallardo-Navarro, Y., 2010, Non-dairy probiotic products, *Food microbiology*, 27 (1), 1-11.

Roberfroid, M., 1998, Prebiotics and synbiotics: concepts and nutritional properties, *The British journal of nutrition*, 80 (4), 197-202.

Roberfroid, M., 2007, Prebiotics: the concept revisited, *The Journal of Nutrition.*, 137 (3), 830-837.

Robergs, R. A., Ghiasvand, F. ve Parker, D., 2004, Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis, *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 287 (3), 502-516.

Roncalés, P., Aguilera, M., Beltrán, J., Jaime, I. ve Peiro, J., 1989, Effect of the use of natural or artificial casings on the ripening and sensory quality of dry sausage, *Proceedings of 35th ICoMST*, 624-631.

Rosa, C., Franco, B., Montville, T. ve Chikindas, M., 2002, Purification and mechanistic action of a bacteriocin produced by a Brazilian sausage isolate, *Lactobacillus sake* 2a, *Journal of Food Safety.*, 22 (1), 39-54.

Rosburg, V., Boylston, T. ve White, P., 2010, Viability of Bifidobacteria strains in yogurt with added oat beta-glucan and corn starch during cold storage, *Journal of Food Science*, 75 (5), C439-C444.

Rosenthal, A. J., 1999, Food Texture: Measurement and Perception, *Springer US, Hardcover ISBN 978-0-8342-1238-1.*

Ross, R., Desmond, C., Fitzgerald, G. ve Stanton, C., 2005, Overcoming the technological hurdles in the development of probiotic foods, *Journal of Applied Microbiology*, 98 (6), 1410-1417.

Rouhi, M., Sohrabvandi, S. ve Mortazavian, A., 2013, Probiotic fermented sausage: viability of probiotic microorganisms and sensory characteristics, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53 (4), 331-348.

Rubio, R., Aymerich, T., Bover-Cid, S., Guàrdia, M. D., Arnau, J. ve 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.

Ruiz-Moyano, S., Martín, A., Benito, M. J., Aranda, E., Casquete, R. ve de Guia Córdoba, M., 2011a, Implantation ability of the potential probiotic strain, Lactobacillus reuteri PL519, in "Salchichón," a traditional Iberian dry fermented sausage, *Journal of Food Science*, 76 (5), M268-M275.

Ruiz-Moyano, S., Martín, A., Benito, M. J., Hernández, A., Casquete, R. ve de Guia Córdoba, M., 2011b, Application of *Lactobacillus fermentum* HL57 and *Pediococcus acidilactici* SP979 as potential probiotics in the manufacture of traditional Iberian dry-fermented sausages, *Food Microbiology.*, 28 (5), 839-847.

Ruiz, J. N., Villanueva, N. D. M., Favaro-Trindade, C. S. ve Contreras-Castillo, C. J., 2014, Physicochemical, microbiological and sensory assessments of Italian salami sausages with probiotic potential, *Scientia Agricola*, 71 (3), 204-211.

Russo, P., López, P., Capozzi, V., De Palencia, P. F., Dueñas, M. T., Spano, G. ve Fiocco, D., 2012, Beta-glucans improve growth, viability and colonization of probiotic microorganisms, *International journal of molecular sciences*, 13 (5), 6026-6039.

Rycroft, C. E., Fooks, L. J. ve Gibson, G. R., 1999, Methods for assessing the potential of prebiotics and probiotics, *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 2 (6), 481-484.

Salgado, A., Fontán, M. C. G., Franco, I., López, M. ve Carballo, J., 2005, Biochemical changes during the ripening of Chorizo de cebolla, a Spanish traditional sausage. Effect of the system of manufacture (homemade or industrial), *Food Chemistry*, 92 (3), 413-424.

Salminen, S. J., Gueimonde, M. ve Isolauri, E., 2005, Probiotics that modify disease risk, *The Journal of Nutrition.*, 135 (5), 1294-1298.

Salvini, F., 2003, Le sostanze funzionali nel latte materno e nella dieta del bambino. , *Doctor Pediatria*, 12, 18–23.

Samelis, J., Roller, S. ve Metaxopoulos, J., 1994, Sakacin B, a bacteriocin produced by *Lactobacillus sake* isolated from Greek dry fermented sausages, *Journal of Applied Microbiology*, 76 (5), 475-486.

Samelis, J., Metaxopoulos, J., Vlassi, M. ve Pappa, A., 1998, Stability and safety of traditional Greek salami—a microbiological ecology study, *International Journal of Food Microbiology.*, 44 (1-2), 69-82.

Sanders, M. ve Klaenhammer, T., 2001, Invited review: the scientific basis of *Lactobacillus acidophilus* NCFM functionality as a probiotic, *Journal of Dairy Science.*, 84 (2), 319-331.

Sandrou, D. ve Arvanitoyannis, I., 2000, Low-fat/calorie foods: current state and perspectives, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40 (5), 427-447.

Sanz, Y. ve Toldra, F., 1997a, Purification and characterization of an aminopeptidase from *Lactobacillus sake*, *Journal of Agricultural and Food Chemistry.*, 45 (5), 1552-1558.

Sanz, Y. ve Toldra, F., 1997b, Aminopeptidase activities from *Lactobacillus sake* in models of curing ingredients and processing conditions for dry sausage, *Journal of Food Science*, 62 (6), 1211-1234.

Savic, I., 1985, Small-scale sausage production, FAO Animal Production and Health , ISBN 92-5-102187-2, Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, xiii, 123 p., p.

Sayas-Barberá, E., Viuda-Martos, M., Fernández-López, F., Pérez-Alvarez, J. ve Sendra, E., 2012, Combined use of a probiotic culture and citrus fiber in a traditional sausage 'Longaniza de Pascua', *Food Control.*, 27 (2), 343-350.

Schillinger, U., Kaya, M. ve Lücke, F. K., 1991, Behaviour of *Listeria monocytogenes* in meat and its control by a bacteriocin-producing strain of *Lactobacillus sake*, *Journal of Applied Microbiology*, 70 (6), 473-478.

Schrezenmeir, J. ve de Vrese, M., 2001, Probiotics, prebiotics, and synbiotics—approaching a definition–, *The American Journal of Clinical Nutrition.*, 73 (2), 361s-364s.

Sendra, E., 2008, Application of prebiotics and probiotics in meat products. In: Fernández-López, J. (Ed.), Technological Strategies for Functional Meat Products Development., *Transworld Research Network, Kerala, India,*, 117–137.

Senok, A., Ismaeel, A. ve Botta, G., 2005, Probiotics: facts and myths, *Clinical Microbiology and Infection*, 11 (12), 958-966.

Sharma, S., Kaur, S., Dar, B. ve Singh, B., 2014, Storage stability and quality assessment of processed cereal brans, *Journal of Food Science and Technology.*, 51 (3), 583-588.

Sidira, M., Kandylis, P., Kanellaki, M. ve Kourkoutas, Y., 2015, Effect of immobilized *Lactobacillus casei* on the evolution of flavor compounds in probiotic dry-fermented sausages during ripening, *Meat Science*, 100, 41-51.

Silvério, S. C., Macedo, E. A., Teixeira, J. A. ve Rodrigues, L. R., 2018, New β-galactosidase producers with potential for prebiotic synthesis, *Bioresource technology*, 250, 131-139.

Sjögren, J., Magnusson, J., Broberg, A., Schnürer, J. ve Kenne, L., 2003, Antifungal 3-hydroxy fatty acids from *Lactobacillus plantarum* MiLAB 14, *Applied and Environmental Microbiology*, 69 (12), 7554-7557.

Sleator, R. ve Hill, C., 2008, New frontiers in probiotic research, *Letters in Applied Microbiology*, 46 (2), 143-147.

Slima, S. B., Ktari, N., Triki, M., Trabelsi, I., Abdeslam, A., Moussa, H., Makni, I., Herrero, A. M., Jiménez-Colmenero, F. ve Ruiz-Capillas, C., 2018, Effects of probiotic strains, *Lactobacillus plantarum* TN8 and *Pediococcus acidilactici*, on microbiological and physico-chemical characteristics of beef sausages, *LWT*, 92, 195-203.

Snedecor, G. ve Cochran, W., 1980, Statistical Methods, *The Iowa State University Press. Ames. Iowa. USA*.

Sobayoğlu, R., 2017, Karaman şartlarında yazlık ekilen yulaf çeşitlerinin verim ve kalite özellikleri yönünden değerlendirilmesi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.*

Sobrino, O. J., Rodríguez, J. M., Moreira, W. L., Fernández, M. F., Sanz, B. ve Hernández, P. E., 1991, Antibacterial activity of *Lactobacillus sake* isolated from dry fermented sausages, *International Journal of Food Microbiology.*, 13 (1), 1-10.

Sohrabvandi, S., Mortazavian, A.-M., Dolatkhahnejad, M.-R. ve Monfared, A. B., 2012, Suitability of MRS-bile agar for the selective enumeration of mixed probiotic bacteria in presence of mesophilic lactic acid cultures and yoghurt bacteria, *Iran J Biotechnol*, 10, 16-21.

Sosulski, F. ve Wu, K., 1988, High-fiber breads containing field pea hulls, wheat, corn, and wild oat brans, *Cereal Chemistry (USA).*

Soyer, A., Ertaş, A. H. ve Üzümcüog˘lu, Ü., 2005, Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (sucuks), *Meat Science*, 69 (1), 135-141.

Stauffer, C. E., 1990, Functional additives for bakery foods, Springer Science & Business Media, p.

Steenblock, R. L., Sebranek, J., Olson, D. ve Love, J., 2001, The effects of oat fiber on the properties of light bologna and fat-free frankfurters, *Journal of Food Science*, 66 (9), 1409-1415.

Stigler, S. M., 1989, Francis Galton's account of the invention of correlation, *Statistical Science*, 73-79.

Ström, K., Sjögren, J., Broberg, A. ve Schnürer, J., 2002, Lactobacillus plantarum MiLAB 393 produces the antifungal cyclic dipeptides cyclo (L-Phe-L-Pro) and cyclo (L-Phe-trans-4-OH-L-Pro) and 3-phenyllactic acid, *Applied and Environmental Microbiology*, 68 (9), 4322-4327.

Sudirman, I., Mathieu, F., Michel, M. ve Lefebvre, G., 1993, Detection and properties of curvaticin 13, a bacteriocin-like substance produced by *Lactobacillus curvatus* SB13, *Current Microbiology*, 27 (1), 35-40.

Sunesen, L. O., Dorigoni, V., Zanardi, E. ve Stahnke, L., 2001, Volatile compounds released during ripening in Italian dried sausage, *Meat Science*, 58 (1), 93-97.

Synytsya, A. ve Novák, M., 2013, Structural diversity of fungal glucans, *Carbohydrate Polymers.*, 92 (1), 792-809.

Szczesniak, A. S., 2002, Texture is a sensory property, *Food Quality and Preference.*, 13 (4), 215-225.

Şimşek, Z., 2010, Fermente sucuk üretiminde, fermantasyon mikroorganizmaları kaynağı olarak turşu suyunun kullanılması, *Erciyes üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi)*.

Tamer, C., Aydoğan, N. ve Çopur, Ö., 2004, Besinsel liflerin sağlık üzerine etkileri, *Türkiye 8.Gıda Kongresi, 26–28 Mayıs 2004, Bursa.*, 8.

Tantillo, M., Di, P. ve Novello, L., 2002, Bacteriocin-producing *Lactobacillus sake* as starter culture in dry sausages, *The new microbiologica*, 25 (1), 45-49.

Tichaczek, P. S., Nissen-Meyer, J., Nes, I. F., Vogel, R. F. ve Hammes, W. P., 1992, Characterization of the bacteriocins curvacin A from *Lactobacillus curvatus* LTH1174 and sakacin P from *L. sake* LTH673, *Systematic and Applied Microbiology*, 15 (3), 460-468.

Toldrá, F., 2006, Biochemistry of fermented meat, *Food Biochemistry and Food Processing.*, 641-658.

Tortora, G., Funke, B. ve Case, C., 1998, Microbial metabolism, *Microbiology. e" edn. pp*, 112-153.

Troller, J., 2012, Water activity and food, Elsevier, p.

Tutorials, S., 2014, Pearson Correlation, *Retrieved on February*.

Työppönen, S., Markkula, A., Petäjä, E., Suihko, M.-L. ve Mattila-Sandholm, T., 2003a, Survival of *Listeria monocytogenes* in North European type dry sausages fermented by bioprotective meat starter cultures, *Food control*, 14 (3), 181-185.

Työppönen, S., Petäjä, E. ve Mattila-Sandholm, T., 2003b, Bioprotectives and probiotics for dry sausages, *International Journal of Food Microbiology.*, 83 (3), 233-244.

Uygun, Ü., 2004, Fonksiyonel gıdalara etik yaklaşımlar. , *Dünya Gıda Günü "Tarladan sofraya" Gıda Güvenliği Sempozyumu, Ankara.*, 175-180.

Uz, A., 2008, Az yağlı sucuğun renk ve tekstürüne buğday kepeği ilavesinin etkisi, *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.*

Üren, A. ve Babayiğit, D., 1997, Colour parameters of Turkish-type fermented sausage during fermentation and ripening, *Meat Science*, 45 (4), 539-549.

Valerio, F., Lavermicocca, P., Pascale, M. ve Visconti, A., 2004, Production of phenyllactic acid by lactic acid bacteria: an approach to the selection of strains contributing to food quality and preservation, *FEMS Microbiology Letters*, 233 (2), 289-295.

Van Loo, J., Cummings, J., Delzenne, N., Englyst, H., Franck, A., Hopkins, M., Kok, N., Macfarlane, G., Newton, D. ve Quigley, M., 1999, Functional food properties of non-digestible oligosaccharides: a consensus report from the ENDO project (DGXII AIRII-CT94-1095), *British journal of Nutrition*, 81 (2), 121-132.

van Zanten, G. C., Knudsen, A., Röytiö, H., Forssten, S., Lawther, M., Blennow, A., Lahtinen, S. J., Jakobsen, M., Svensson, B. ve Jespersen, L., 2012, The effect of selected synbiotics on microbial composition and short-chain fatty acid production in a model system of the human colon, *PloS one*, 7 (10), e47212.

Varnam, A., Sutherland, J. ve Sutherland, J. P., 1995, Meat and meat products: technology, chemistry and microbiology, Springer Science & Business Media, p.

Vasiljevic, T., Kealy, T. ve Mishra, V., 2007, Effects of β-glucan addition to a probiotic containing yogurt, *Journal of Food Science*, 72 (7), C405-C411.

Verplaetse, A., De Bosschere, M. ve Demeyer, D., 1989, Proteolysis during dry sausage ripening, *International Congress of Meat Science and Technology, Location: Copenhagen*, 3, 815-818.

Vignolo, G. M., de RUIZ HOLGADO, A. P. ve Oliver, G., 1989, Use of bacterial cultures in the ripening of fermented sausages, *Journal of Food Protection*, 52 (11), 787-791.

Vignolo, G. M., Suriani, F., Holgado, A. P. d. R. ve Oliver, G., 1993, Antibacterial activity of Lactobacillus strains isolated from dry fermented sausages, *Journal of Applied Microbiology*, 75 (4), 344-349.

Vinderola, C. G. ve Reinheimer, J. A., 2000, Enumeration of *Lactobacillus casei* in the presence of *L. acidophilus,* bifidobacteria and lactic starter bacteria in fermented dairy products, *International Dairy Journal*, 10 (4), 271-275.

Visessanguan, W., Benjakul, S., Riebroy, S. ve Thepkasikul, P., 2004, Changes in composition and functional properties of proteins and their contributions to Nham characteristics, *Meat Science*, 66 (3), 579-588.

Visessanguan, W., Benjakul, S., Smitinont, T., Kittikun, C., Thepkasikul, P. ve Panya, A., 2006, Changes in microbiological, biochemical and physico-chemical properties of Nham inoculated with different inoculum levels of Lactobacillus curvatus, *LWT-Food Science and Technology*, 39 (7), 814-826.

Volman, J. J., Ramakers, J. D. ve Plat, J., 2008, Dietary modulation of immune function by β-glucans, *Physiology & Behavior.*, 94 (2), 276-284.

Vural, H., 1992, Türk Fermente Sucuk Üretiminde Starter Kültür Kullanımı Üzerine Araştırmalar, *Hacettepe Üniversitesi,Doktora Tezi, Ankara*.

Vural, T. ve Çelen, E., 2005, Gastrointestinal Sistemle Dost Mikroorganizmalar ve Probiyotikler, *Güncel Gastroenteroloji*, 9 (3), 115-123.

Wang, J., Sun, B., Cao, Y., Song, H. ve Tian, Y., 2008, Inhibitory effect of wheat bran feruloyl oligosaccharides on oxidative DNA damage in human lymphocytes, *Food Chemistry*, 109 (1), 129-136.

Wang, J., Sun, B., Cao, Y. ve Wang, C., 2010, Wheat bran feruloyl oligosaccharides enhance the antioxidant activity of rat plasma, *Food Chemistry*, 123 (2), 472-476.

Wardlaw, F., Skelley, G., Johnson, M. ve Acton, J., 1973, Changes in meat components during fermentation, heat processing and drying of a summer sausage, *Journal of Food Science*, 38 (7), 1228-1231.

WHO/FAO, 2002, Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria, a joint FAO/WHO expert consultation. Cordoba, Argentina, 1-4 October 2001, http://www.who.int/foodsafety/publications/fs_management/probiotics/en/index.html.

Williams, N. T., 2010, Probiotics, *American Journal of Health-System Pharmacy*, 67 (6), 449-458.

Wójciak, K., Dolatowski, Z., Kołożyn-Krajewska, D. ve Trząskowska, M., 2012, The Effect of the L actobacillus Casei Lock 0900 Probiotic Strain on the Quality of Dry-Fermented Sausage During Chilling Storage, *Journal of Food Quality*, 35 (5), 353-365.

Yalınkılıç, B., 2009, Sucuk üretiminde portakal lifi kullanımı, *Atatürk Üniv, Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi)*.

Yalınkılıç, B., Kaban, G. ve 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, I., 2005, Physicochemical and sensory characteristics of low fat meatballs with added wheat bran, *Journal of Food Engineering.*, 69 (3), 369-373.

Yılmaz, M., 2004, Prebiyotik ve probiyotikler, *Güncel Pediatri*, 2, 142-145.

Yu, L. L., Zhou, K. ve Parry, J. W., 2005, Inhibitory effects of wheat bran extracts on human LDL oxidation and free radicals, *LWT-Food Science and Technology*, 38 (5), 463-470.

Zhang, J., Daubert, C. R. ve Foegeding, E. A., 2005, Characterization of polyacrylamide gels as an elastic model for food gels, *Rheologica Acta.*, 44 (6), 622-630.

Zhang, M., Bai, X. ve Zhang, Z., 2011, Extrusion process improves the functionality of soluble dietary fiber in oat bran, *Journal of Cereal Science*, 54 (1), 98-103.

Zhang, M. W., Zhang, R. F., Zhang, F. X. ve Liu, R. H., 2010, Phenolic profiles and antioxidant activity of black rice bran of different commercially available varieties, *Journal of Agricultural and Food Chemistry.*, 58 (13), 7580-7587.

Zhao, Z., Egashira, Y. ve Sanada, H., 2005, Phenolic antioxidants richly contained in corn bran are slightly bioavailable in rats, *Journal of Agricultural and Food Chemistry.*, 53 (12), 5030-5035.

Zhu, Y., Conklin, D. R., Chen, H., Wang, L. ve Sang, S., 2011, 5-Alk (en) ylresorcinols as the major active components in wheat bran inhibit human colon cancer cell growth, *Bioorganic & Medicinal Chemistry.*, 19 (13), 3973-3982.

EKLER

EK-1 Duyusal Analiz Formu.

Lütfen tabloyu doldurmadan önce "önemli notlar" kısmını okuyunuz.

Tablo 1.Sucukta duyusal özelliklerinin puanla değerlendirilme formu

Parmak sucuk	Panelist| Yaş:						Cinsiyet: Erkek/Bayan					
	Özellikler											
Örnek	**Renk**		**Mozaik Görünüm**		**Kıvam**		**Koku**		**Lezzet**		**Genel Beğeni**	
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												

Tablo 2:Sucuğun duyusal özelliklerinin puanlandırılması

10	Mükemmel	**5**	Az kusurlu
9	Pekiyi	**4**	Kusurlu
8	İyi	**3**	Kötü
7	Orta	**2**	Bozulmuş
6	Zararsız	**1**	Kokuşmuş

ÖNEMLİ NOTLAR:
Puanlama yapılırken kaliteli bir sucukta bulunması gereken aşağıdaki özellikleri lütfen dikkate alınız, Puanlamayı Tablo 2'ye göre yapabilirsiniz;

- Dilimler halinde tabaklarda sunulan pişmiş sucuklar koklanarak, fermente veya asidik koku yönünden değerlendirilmeli. Panelistler, bir örneği kokladıktan sonra, su koklayarak bir önceki koku hissinin etkisini azaltabilirler.
- Örneklerin kesit yüzey renkleri bir arada değerlendirilir. Tipik doğal fermente sucuk rengi dikkate alınarak değerlendirme yapılmalıdır.
- Arka dişlerle iyice çiğnenen küçük bir parça sucuk dilimi yutulduktan sonra algılanan asidik ve baharatsı tat yönlerinden değerlendirilir. Örnekler arasında, ağzınızdaki bir önceki tadın etkisini gidermek için tuzsuz kraker ve oda sıcaklığındaki suda yararlanabilirsiniz.
- Arka dişlerle iyice çiğnenen küçük bir parça sucuk dilimi, çiğnemeye karşı gösterdiği direnç yönünden değerlendirilebilinir.

Düşünceleriniz:

EK-2 Duyusal analizde kullanılan araçlar.



Resim 1: Tuzsuz galeta ve su



Resim 2: Kullanılan hermetik kaplar



Resim 3: Panelistlere verilen numuneler

EK-3 Fermantasyon kabini ve sucuk numuneleri



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Hasan İbrahim KOZAN
Uyruğu	**:**	Türkiye Cumhuriyeti
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Kayseri 13/04/1987
Telefon	**:**	
Faks	**:**	
e-mail	**:**	h.ibrahimkozan@gmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	**Selçuklu Cumhuriyet Yabancı Dil Ağırlıklı Lise, Selçuklu, KONYA**	**2005**
Üniversite	:	**Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Merkez, VAN**	**2009**
Yüksek Lisans	:	**Selçuk Üniversitesi, KONYA**	**2012**
Doktora	:		**2018**

UZMANLIK ALANI

Et Teknolojisi, Et Bilimi, Et Mikrobiyolojisi, Gıda Mikrobiyolojisi.

YABANCI DİLLER

İngilizce, YÖKDİL: 78,75 | ÜDS:66,25

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR

Kozan, H.İ, Sariçoban, C., Akyürek, H.A. and Ünver, A.,2016, "Hyperspectral Imaging Technique As a State of Art Technology In Meat Science", Green Chemistry & Technology Letters, 2(3), pp. 127-137. doi: https://doi.org/10.18510/gctl.2016.232.

Kozan, H.İ., Sarıçoban, C., 2016, The effects of addition of lemon and pomegranate peel at different levels on the physicochemical properties of cig köfte during storage, The Journal of MacroTrends in Applied Science, Vol 4 Issue 1, pp: 68-78

Sarıçoban, C., Kozan, H.İ., 2016, Determination of the effects of various levels of lemon and pomegranate peels on the microbiological properties of cig köfte, The Journal of MacroTrends in Applied Science, Vol 4 Issue 1, pp: 79-85

Kozan, H.İ, Sariçoban, C., 2016, Effects of light sources on physicochemical/color properties and oxidative/microbiological stability of ground beef during storage at 4 °C, Fleischwirtschaft International, 4/2016, pp: 63 - 68. (Yüksek Lisans Tezinden Yayınlanmıştır).

Kozan, H.İ, Sarıçoban, C., 2017, The Effect of Oat Bran Addition in Different Ratio, on The Texture and Color Values of Heat Treated Sucuk, The Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress, Bishkek, Kyrgyzstan, Oral Presentation. (Doktora tezinden yayınlanmıştır).

Kozan, H.İ, Sarıçoban, C., 2018, Monitoring the changes of physicochemical properties of traditional fermented Turkish sausage inoculated with probiotic *enterococcus faecium* by the addition of oat bran as a prebiotic source, The 4th International Symposium on "Traditional Foods from Adriatic to Caucasus" 19-21 April 2018 Kyrenia / Northern Cyprus 88 Traditional Meat, Poultry and Fishery Products, Oral Presentation. (Doktora Tezinden Yayınlanmıştır).