T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PIHTISI KIRILMIŞ PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİNDE *Psyllium husk* (KARNIYARIK OTU TOHUM KABUĞU TOZU)'DAN YAĞ İKAMESİ VE PREBİYOTİK OLARAK YARARLANMA OLANAKLARI

Buşra ÇUBUKÇU

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2022

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PIHTISI KIRILMIŞ PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİNDE *Psyllium husk* (KARNIYARIK OTU TOHUM KABUĞU TOZU)'DAN YAĞ İKAMESİ VE PREBİYOTİK OLARAK YARARLANMA OLANAKLARI

Buşra ÇUBUKÇU

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
1.GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 7
2.1. Probiyotik Yoğurt Üretimi Teknolojisi ve Önemi 7
2.1.1. Probiyotik yoğurdu zenginleştirme çalışmaları 10
2.2. Yağ İkame Maddeleri 13
2.2.1. Tanımı 13
2.2.2. Yağ ikame maddelerinin sınıflandırılması 14
2.2.3. Gıdalarda yağ oranının azaltılmasının gereksinimi 16
2.3. *Psyllium Husk* (Karnıyarık Otu Tohum Kabuğu Tozu) 17
3. MATERYAL ve YÖNTEM 21
3. 1. Materyal 21
3.1.1. Süt 21
3.1.2. Süttozu 21
3.1.3. Krema 21
3.1.4. Starter kültür 21
3.1.5. *Psyllium husk* (Karnıyarık otu tohum kabuğu tozu) 22
3. 2. Yöntem 22
3.2.1. Probiyotik yoğurt starter kültürünün hazırlanması 22
3.2.2. *Psyllium husk* (Karnıyarık otu tohum kabuğu tozu) ilave edilmiş probiyotik yoğurt üretimi 22
3.2.3. Çiğ süt analizleri 24
3.2.4. Yoğurt analizleri 25
4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 33
4.1. Pıhtısı Kırılmış Probiyotik Yoğurtların Kimyasal Özellikleri 34
4.1.1. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların kurumadde değerleri 35
4.1.2. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların yağ değerleri 35
4.1.3. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların protein değerleri 36
4.1.4. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların renk değerleri (L^*, a^* ve b^*) 36
4.2. Pıhtısı Kırılmış Probiyotik Yoğurtların Fizikokimyasal Özellikleri 39
4.2.1. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince pH değerleri 42
4.2.2. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince titrasyon asitliği değerleri 44
4.2.3. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince viskozite ölçümleri 46
4.2.4. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince serum ayrılması miktarları 49
4.2.5. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince su tutma kapasitesi miktarları 50
4.2.6. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince su aktivitesi değerleri 51
4.3. Pıhtısı Kırılmış Probiyotik Yoğurtların Tekstür Profil Analizleri (TPA) Özellikleri 53
4.3.1. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince sertlik (hardness) değerleri 55
4.3.2. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince dış yapışkanlık (adhesiveness) değerleri 57
4.3.3. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince iç yapışkanlık (cohesiveness) değerleri 58
4.3.4. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince elastikiyet (springiness) değerleri 59

4.3.5. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince sakızımsılık (gumminess) değerleri 61
4.3.6. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince kıvam değerleri 62
4.4. Pıhtısı Kırılmış Probiyotik Yoğurtların Duyusal Özellikleri 63
4.4.1. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince renk ve görünüş puanları 66
4.4.2. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince tat ve aroma puanları 67
4.4.3. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince yapı ve kıvam puanları 68
4.4.4. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince genel kabul edilebilirlik puanları 70
4.5. Pıhtısı Kırılmış Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik Özellikleri 72
4.5.1. *Streptococcus thermophilus* sayısı 73
4.5.2. *Lactabacillus acidophilus* sayısı 74
4.5.3 *Bifodobacterium animalis* subsp. lactis (BB-12) sayısı 76
4.5.4 Maya – Küf sayısı 78
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 80
KAYNAKLAR 82

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PIHTISI KIRILMIŞ PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİM'İNDE *Psyllium husk* (KARNIYARIK OTU TOHUM KABUĞU TOZU) 'DAN YAĞ İKAMESİ VE PREBİYOTİK OLARAK YARARLANMA OLANAKLARI

Buşra ÇUBUKÇU

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. M. Serdar AKIN
Yıl: 2022, Sayfa:91

Bu çalışmada pıhtısı kırılmış yoğurt üretiminde yağ ikamesi ve prebiyotik olarak *Psyllium husk* (Karnıyarık otu tohum kabuğu tozu)'dan yararlanma olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla yedi farklı pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt üretilerek (A: %4, tam yağlı kontrol; B: %1.8, yarım yağlı kontrol; C: %1.8 yağlı, %0.1 *Psyllium husk*; D: %1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk;* E: %0.1 yağlı kontrol; F: %0.1 yağlı, %0.1 *Psyllium husk* ve G: %0.1 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) bu yoğurtların kimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik, duyusal ve tekstürel özellikleri birbiriyle karşılaştırılmıştır. Üretilen pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtlar 21 gün süre ile +4°C' de depolanmış ve bu periyotta da (1., 11. ve 21. günlerde) fiziksel, mikrobiyolojik, tekstürel ve duyusal özellikleri. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt üretiminde *Psyllium husk* (Karnıyarık otu tohum kabuğu tozu)'nın kullanımını ve depolama süresinin pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların fiziksel özelliklerinden; viskozite değerlerine, renk değerlerine (L^*, a^* ve b^*), mikrobiyolojik olarak *Bifidobacterium* spp. sayısı; fizikokimyasal olarak titrasyon asitliği, pH, viskozite, serum ayrılması, tat - koku ve genel kabul edilebilirlik puanlarına etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bulunurken sadece duyusal özelliklerinden renk ve görünüş puanlarına etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmamıştır. En çok beğenilen yoğurtların *Psyllium husk*'ın kullanıldığı C ve F örnekleri olmuştur. Sonuç olarak, *Psyllium husk* (Karnıyarık otu tohum kabuğu tozu) kullanımının yoğurtlarda fiziksel, tekstürel ve duyusal özellikleri olumlu yönde katkı yaptığı gözlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Pıhtısı kırılmış yoğurt**,** Yağ ikamesi, Yağ oranı düşürülmüş yoğurt, *Psyllium husk*, Probiyotik yoğurt

ABSTRACT

MSc Thesis

POSSIBILITIES TO USE *Psyllium husk* (CARNIER SEED PEEL POWDER) AS FAT REPLACEMENT AND PREBIOTIC IN PRODUCTION OF CRACKED PROBIOTIC YOGURT

Buşra ÇUBUKÇU

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department Of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. M. Serdar AKIN
Year: 2022, Page:91

In this study, the possibilities of utilizing *Psyllium husk* (Psyllium husk powder) as a fat substitute and prebiotic in the production of curdled yoghurt were investigated. For this purpose, seven different probiotic yoghurts with broken clots were produced (A: 4%, full-fat control; B: 1.8%, half-fat control; C: 1.8% fat and 0.1% *Psyllium husk*; D: 1.8% fat, 0.3% *Psyllium husk*; E: 0.1% fat control; F: 0.1% fat and 0.1% *Psyllium husk* and G: 0.1% fat, 0.3% *Psyllium husk*) chemical, physical, microbiological, sensory and textural properties of these yoghurts were compared with each other. Probiotic yoghurts with broken clots were stored at +4°C for 21 days and their physical, microbiological, textural and sensory properties were evaluated in this period (on the 1st, 11th, and 21st days). The use of *Psyllium husk* in the production of curdled probiotic yoghurt and the storage period of the physical properties of the curdled probiotic yoghurts; viscosity values, color values (L*, a* and b*), number of *Bifidobacterium* spp. microbiologically; Physicochemically, its effect on titration acidity, pH, viscosity, serum separation, taste - odor and general acceptability scores was found to be statistically significant ($p<0.01$), while the affect of only sensory properties on color and appearance scores was not significant ($p<0.05$). The most popular yoghurts were C and F samples using *Psyllium husk*. As a result, it was observed that the use of Psyllium husk (Kaniyarık herb seed husk powder) contributed positively to the physical, textural and sensory properties of yoghurts.

KEY WORDS: Curdled yoghurt, Fat substitute, Low-fat yoghurt, *Psyllium husk*, Probiotic yoghurt

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans süresi boyunca çalışmamın gerçekleştirilmesinde gerek tez konusu seçiminde gerekse laboratuvar çalışmalarımda sürekli bana yardımcı olan ve bana yol gösteren sayın danışman hocam Prof. Dr Musa Serdar AKIN ‘a çalışmalarım boyunca destegini esirgemeyen Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN’a çalışmalarım boyunca yardımlarından dolayı Feride Daşnik ŞEKER’e, Betül KESİK’e, Sümeyra GÜMÜŞ’e bu süreçte bana destek olan AİLEM’e ve emeği geçen herkese teşekkür ederim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt üretimi akış şeması 23
Şekil 3.2. Back ekstrüzyon tekniğine göre güç-zaman grafiklerinden elde edilen tekstür parametreleri 27
Şekil 3.3. L^*, a^* ve b^* parametrelerinin renk skalası 28
Şekil 3.4. Duyusal analiz değerlendirme formu 31
Şekil 4.1. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki pH değerleri 43
Şekil 4.2. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki Titrasyon asitliği değerleri 46
Şekil 4.3. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki viskozite değerleri 48
Şekil 4.4. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki serum ayrılması değerleri 50
Şekil 4.5.Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki su tutma kapasitesi değerleri 51
Şekil 4.6. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki su aktivitesi değerleri 52
Şekil 4.7. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki sertlik değerleri 56
Şekil 4.8. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki dış yapışkanlık değerleri 57
Şekil 4.9. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki iç yapışkanlık değerleri 59
Şekil 4.10.Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki elastikiyet değerleri 60
Şekil 4.11. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki sakızımsılık değerleri 61
Şekil 4.12. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki kıvam değerleri 63
Şekil 4.13. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki renk ve görünüm puanları 67
Şekil 4.14. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki tat ve aroma puanları 68
Şekil 4.15. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki yapı ve kıvam puanları 71
Şekil 4.16. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki genel kabul edilebilirlik puanları 72
Şekil 4.17. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki *Streptococcus thermophilus* sayıları 74
Şekil 4.18. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki *Lactabacillus acidophilus* sayıları 746
Şekil 4.19. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki *B. animalis* subsp. lactis sayıları 79
Şekil 4.20. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki maya-küf sayıları 80

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 4.1. Üretimde kullanılan sütün kimyasal analiz sonuçları 34
Çizelge 4.2. Probiyotik yoğurtların kimyasal analiz sonuçları 34
Çizelge 4.3. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların renk değerleri 37
Çizelge 4.4.a. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki fizikokimyasal özellikleri 40
Çizelge 4.4.b. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki fizikokimyasal özellikleri 41
Çizelge 4.5.a. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki tekstür profil analizleri (TPA) sonuçları 53
Çizelge 4.5.b. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki tekstür profil analizleri (TPA) sonuçları 54
Çizelge 4.6. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki duyusal analiz sonuçları 65
Çizelge 4.7. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların mikroorganizma sayıları (log kob g^{-1}) 72

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Vb	Ve benzeri
FDA	Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi
kg	Kilogram
g	Gram
ºC	Derece santigrat
pH	Bir çözeltinin asitlik ve bazlık derecesi
%	Yüzde

1.GİRİŞ

Fonksiyonel gıdaların, insanın zararlı mikroorganizmalara karşı dirençli olmasına ve daha dengeli bir yaşam sürmesine destek sağlayan ürünler olmasının yanında, vücudun esas olan besin gereksinimlerini de karşıladığı bilinmektedir (Bech- Larsen ve Grunert, 2003; Labrecque ve ark., 2006).

Probiyotikler, fermente gıdalarla alınan ve bağırsaklarda tutunarak buraya yerleşen insan vücudunu yararlı ve yapıcı yönde etkileyen mikroorganizmalardır (Özçelik, 1998). Probiyotik ürünler başta yoğurt olmak üzere bazı probiyotik bakteri çeşitlerini içeren fermente edilmiş süt ürünleri insan vücudu üzerindeki yararlı ve yapıcı özellikleri sebebiyle yoğun talep görmektedir. Son zamanlarda gıda sanayisinde süt ürünlerinde probiyotik kültürlerin kullanılması geniş bir kullanım bulmakta ve yeni ürünler geliştirildiği görülmektedir. Yoğurt, probiyotik süt ürünleri arasında en sevilen ve geniş bir tüketim alanı bulan bir üründür (Dave ve Shah, 1997a).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt ve Süt Ürünleri Tebliği'ne göre yoğurt; fermentasyona özellikle *Streptococcus thermophilus* ve *L. bulgaricus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un simbiyotik kültürlerinin kullanılması sonucu oluşan fermente bir süt ürünü, olarak bilinmektedir. Probiyotik yoğurt için; yoğurt üretiminde bilinen yoğurt bakterilerine ek olarak en az bir adet bakteri daha eklenmektedir (*L. bulgaricus* spp. *ve Bifidobacterium* spp.) (Özer, 2006). Yoğurt genel olarak %14-20 arasında kurumadde, %2-8 arasında yağ, %4-8 arasında protein, %2-5 arasında laktoz ve %0.8-1.2 arasında çeşitli mineralleri içeren bir fermente süt ürünüdür. Yoğurdun titrasyon asitliği laktik asit olarak yaklaşık %0.9'dur (Kızılaslan ve Solak, 2001). Aroma, yoğurdun organoleptik özelliklerini belirleyen ve çeşitli bileşiklerin etkisiyle oluşan önemli bir kalite parametresidir (Erkaya ve Şengül, 2008).

Geleneksel süt ürünlerimizden biri olan yoğurt, laktik asit bakterileri içeren, aroma, kendine özgü tat ve kıvama sahip bir fermente süt ürünüdür. Yoğurt, probiyotik olarak kabul edilen canlı bakterileri içerdiğinden uzun zamandır sağlıklı bir besin kaynağı

olduğuna inanılmaktadır. Yoğurt bakterileri tarafından laktik asit üretimi, (*L. bulgaricus* ve *S. thermophillus*) bağırsaktaki pH'ı düşürür. pH'daki bu düşüş, kalsiyum ve demir gibi minerallerin çözünürlüğünü ve emilimini artırır böylece yaygın gıda kaynaklı patojenler için daha az elverişli bir ortam yaratılmış olmaktadır (Tamime ve Robinson, 1985).

Yoğurdun besleyici bileşenleri zengin besin değerine ek olarak metabolik fonksiyon ve sindirim üzerinde pozitif etkiye ve iştahı açma özelliklerine sahiptir (Akın, 2006). Yapılan bazı araştırmalarda yoğurtta bulunan toplam aktif bakteri miktarının depolama sırasında hızlı bir şekilde azaldığını ve istenen seviyelere ulaşmadığını gösterilmiştir. Yoğurttaki probiyotik sayısının azalmasının en önemli nedenleri yoğurdun asitlik değerinin yüksek olması ve paketteki yüksek oksijen içeriğidir. Prebiyotikler, genel olarak probiyotik bakterilerin gerek gıdalarda ve gerekse bağırsak sisteminde canlılıklarını korumak ve/veya arttırmak üzere kullanılan maddelerdir (Matthila Sandholm, 2002 ; Gaudreau ve ark., 2013). Süt ve süt ürünleri günlük beslenme ve yaşam desteğimizin değerli bir besin kaynağı olup, özellikle protein ve kalsiyum açısından etkili besinlerdir. Ayrıca riboflavin, kobalamin, niasin, tiamin, magnezyum ve fosfor gibi birçok besin maddesi için de elzem besinlerdir. Özellikle yetişkin kadınlar, çocuklar ve gençler bu besin grubunu her gün kullanmalıdır (Ünal ve Besler, 2008).

Son yıllarda gelişen yaşam koşulları ve teknolojik prosesler, tüketici tercihleri ve beklentilerini etkilemiş, fonksiyonel gıdalara olan talebi de artırmıştır. Amerika ve Avrupa'da uzun zamandır üretilip tüketilen fonksiyonel gıdaların ürün çeşitliliği ve kalitesi içerdiği diyet lifleri ve probiyotik mikroorganizmalar ile arttırılmıştır (Kendall et al., 2010).

Japonya gibi bazı sanayileşmiş ülkelerde, bu gıdaların sağlık etkilerinin çok yönlü incelenmesi ve değerlendirilmesi, biyokimyasal test desteği gerektiren yasal, klinik uygulamalar kazandığından, araştırmalar bu yöne odaklanmıştır. Bazı çalışmalarda bu gıdaların kardiyovasküler hastalık, diyabet, kanser ve diğer birçok kronik hastalığı önlemede ve geciktirmede rol oynayabileceğini belirtilmiştir (Gümüş, 2022).

Yeni süt ürünleri kapsamında gerek fermente süt ürünleri gerekse dondurma ve diğer dondurulmuş süt ürünleri pazarı sürekli büyümektedir. Özellikle süt ürünleri piyasasında çeşitli diyet lifleri ve probiyotik mikroorganizmalar kullanılarak ürün çeşitliliği ve sağlık etkileri artırılmış yeni fonksiyonel gıdalar üretilmeye çalışılmaktadır. Ülkemizde de fonksiyonel gıda pazarı gelişim aşamasındadır. Günümüzdeki anlamıyla 1980'li yıllarda Japonya'da başlayan fonksiyonel gıda niteliği, 1990'lı yılların başlarında ABD'de, sonlarına doğru ise Avrupa'da tartışılmaya başlanmıştır (Özdemir ve ark., 2009).

Zamanla fonksiyonel gıdalar pazarın önemli ve hızla gelişen bir bölümü haline gelmektedir. Dünya pazarı ile karşılaştırıldığında çok arkada kalıyor olsa da, Türkiye'de de fonksiyonel ürün pazarı hızlı bir şekilde değişerek gelişim göstermektedir. Türkiye"deki fonksiyonel gıda piyasası, gelişmek amacıyla değişime açık, canlı ve enerjik yapısıyla birçok yabancı şirketlerin de ilgi ve ilham kaynağı olduğu görülmektedir. Bu besinler arasında özellikle probiyotikler ve prebiyotikler ön plana çıkmaktadır (Sevilmiş, 2013).

Yaşamımızın vazgeçilmez bir faktörü olan yağlar, beslenme açısından önemli işlevleri olan elzem yağ asitleri ile yağda çözünen vitaminleri içermelerinin yanı sıra önem bir enerji kaynağıdırlar. Gıda bünyesinde bulunan yağların tekstür, tat, kıvam, aroma, viskozite, erime özellikleri, yapı, hava tutma sağlama, yumuşaklık, emülsiyon oluşturma, büzülmeyi önleme gibi çok sayıda önemli fonksiyonları bulunmaktadır. Üründeki yağ içeriği azaltılırsa yukarıdaki özelliklerin çoğu kaybolacaktır. Nitekim yağı azaltılmış gıdalarda kuruma, tat kaybı, yapışkanlık, sertlik, olgunlaşma süresinin uzaması, verim düşüşü gibi birden fazla sorun meydana geldiği belirtilmektedir. Yağların gıdalarda çok farklı kompleks fonksiyonları bulunması nedeniyle işlevlerini yitirmeden bu gıdalardan uzaklaştırarak, yerine farklı maddeler katmak kolay değildir (Göncü, 2012).

Yağların vazgeçilmez bir unsur olmasının nedeni önemli bir enerji kaynağı olmaları ve yaşamsal fonksiyonu olan elzem yağ asitleri ile yağda çözünen vitaminleri içermelerindendir. Yağların gıdalar içerisinde üstlendiği birçok önemli görev bulunmaktadır. Bunlardan bir kısmını sayacak olursak; tat, aroma, tekstür, kıvam,

yumuşaklık, erime özelliği, yapı, viskozite, büzülmeyi engelleme, hava tutulmasına olanak sağlama, emülsiyon haline getirme vb. özelliklerdir. Bu sayılan özelliklerin çoğunda olumsuzluk oluşmasının nedeni gıda içeriğindeki yağ oranının azaltılmasından kaynaklanmaktadır. Örnek vermek gerekirse az yağlı üretilen gıdalarda randıman düşüklüğü, kuruma, tat-aroma kaybı, yapışkanlıkta artma, sertlik, olgunlaşma zamanının artması gibi birçok sorun oluşabilmektedir (Valverde ve ark., 2016a; Kutlu, 2018).

Yağ ikame maddeleri yağsız veya yağ oranı azaltılmış gıdalarda ortaya çıkan birtakım kalite, yapısal ve duyusal sorunları bertaraf etmek için kullanılmaktadır. Yağ ikame maddelerinin gıdalardaki temel işlevleri; su tutma özelliği, ağız hissini iyileştirme, stabilize etme, jelleşmeyi sağlama, dokuyu iyileştirme, kıvamı koyulaştırma ve hacimde artış sağlama şeklinde sıralanabilir (Koca, 2002; Kutlu, 2018).

Yağ ikame maddelerinin kendine özgü birtakım özellikleri vardır. Gıdalarda hangi yağ ikame maddesinin kullanılacağı o gıdanın türüne, istenen işlevlere, ikame ve yağ miktarına göre değişebilir. Bir yağ ikame maddesinin taşıması gereken özellikleri genel anlamda şu şekilde yazabiliriz (Grossklaus, 1996):

- Duyusal özellik ve fonksiyonellik açısından, az yağlı veya yağı azaltılmış ürünlerde tam yağlı ürüne yakınlık sağlamalıdır.
- İnsan sağlığını tehdit edici özellik taşımamalıdır.
- Bulunduğu gıda maddesi içinde herhangi olumsuz bir tepkimeye sebep olmamalıdır.
- Tam yağlı gıdaya göre daha az kalori içermelidir.

Yağ ikame maddeleri, dondurma, yoğurt, peynir, tereyağı gibi süt ürünlerinin üretiminde yaygın bir şekilde kullanılabilmektedir (Huyghebaert ve ark., 1996; Göncü, 2012; Akın ve Kırmacı, 2015; Kutlu, 2018).

Yağların gıda maddelerinde türlü karmaşık işlevleri olmasından dolayı tüketicinin tercih parametrelerini etkilemeden ve lezzette de kayıplar yaşamadan yağları bu gıdalardan çıkarmak ve yerine benzeri maddeleri eklemek bir hayli zordur (Göncü, 2012;

Kutlu, 2018). Gıdalardaki yağ miktarının azaltılması ile ortaya çıkan birçok olumsuzluk yağ ikame maddelerinin gıdalarda, su tutucu, hacim arttırıcı, ağızda bıraktığı hissi iyileştirici, viskoziteyi arttırıcı, stabilize edici ve tekstürü pürüzsüzleştirici olumlu etkileri sayesinde düzeltilebilmektedir (Akoh, 1998; Yazıcı ve Dervişoğlu, 2003).

Süt ve süt ürünleri lif içermez, bu nedenle lif eklemek onları daha da sağlıklı hale getirecektir (Hashim, Khalil ve Afifi, 2009). Son yıllarda fermente süt ürünlerine diyet liflerinin eklenmesi fonksiyonel gıdalar alanında çeşitliliği artan çalışmaların sayısını artırmıştır. Diyet lifleri, ince bağırsakta sindirilemeyen ve suda çözünür ve suda çözünmez olarak sınıflandırılan yenilebilir bitki parçalarıdır. Suda çözünmeyen diyet lifleri, bağırsağa geçiş mühletini düşürür, dışkı imkanını arttırır ve dışkıyı daha yumuşak hale getirir. Suda çözünür diyet lifleri mide boşalmasını geciktirir, glikoz emilimini düşürür ve serum kolesterol düzeylerini azaltır (Cho ve Dreher, 2001; Seçkin ve Baladura, 2012).

Diyet lifi kabızlık, hemoroid, hiperkolesterolemi ve kolon kanserinin önlenmesinde önemli bir rol oynar (Dreher, 1987). Diyet lifinin yoğurda uygulanmasının çoğu, su bağlama özelliklerinden dolayı suda çözünür diyet liflerinin kullanılmasıyla ilgilidir. Yoğurttaki diyet lifleri, stabilizatör olarak ürünün viskozitesini arttırmak, sineresisi önlemek ve kremsi olarak dokusal özelliklerini geliştirmek için kullanılmıştır. Diyet lifinin yoğurda eklenmesi, kalori ve yağ içeriğini düşürmek için etken bir araçtır (Nilüfer ve Boyacioğlu, 2003).

Diyet lifi sebze, meyve ve tahılların hücre duvarında bulunur (Hashim ve ark., 2009; Lunn ve Buttriss, 2007; Trowell, 1976) ve günlük önerilen diyet lifi alımı 25-30 g'dır (Labell, 1990). Bu nedenle, gelecekte sağlıklı, lif açısından zengin gıdaların tüketiminde istikrarlı bir artış beklemek mantıklıdır. Pektin, arap zamkı ksantan, jelatin gibi stabilizatör ve emülgatörlerin eklenmesiyle doku iyileştirmesi ile farklı gıda ürünlerine lif eklendiği çalışmalar çoğu yoğun olarak yapılmaktadır (Wittinger ve Smith, 1986). Diyet lifi, sağlık için olumlu katkılar sağlamanın yanı sıra, probiyotikler için prebiyotik olarak da faaliyet gösterebileceğinden, yoğurdun içerisine diyet lifinin ilave edilmesinin yararlı olduğu belirlenmiştir.

Psyllium husk, Plantaginaceae ailesine ait olup akdeniz çevesine özgü, 30-45 cm yüksekliğe ulaşan sapsız, yumuşak tüylü veya yünlü tek yıllık bir bitkidir. Önemli tıbbi özelliklerinden dolayı sanayi ve ticarette büyük önem taşımaktadır. *Psyllium husk* tohumları müsilaj, protein, yağ, selüloz ve nişasta içermektedir (Haneef ve ark., 2014).

Psyllium husk'dan elde edilen kabuklar ve tohumlar, yaygın olarak *psyllium* olarak da adlandırılır. *Psyllium husk*, bir diyet lifi takviyesi olarak ve öncelikle kalın bağırsak fonksiyonunun düzenlenmesini teşvik etmek için hafif bir yığın oluşturan müshil olarak kullanım için uzun bir geçmişe sahiptir. *Psyllium husk* ile diyet takviyesinin kan kolesterol seviyelerini ve özellikle LDL kolesterolü düşürdüğü ve birlikte diyabet ve kardiyovasküler hastalıklara karşı en etkili önleyici tedbirler olan kan şekeri homeostazını koruduğu gösterilmiştir (Anderson ve diğerleri, 2000). Ayrıca, *Psyllium husk* lifi, kabızlık tedavisi için bir ek olarak yaygın olarak kullanılmakta ve klinik deneylerde, sağlıklı deneklerde (Marlett ve ark., 2000) ve gastrointestinal hastalığı olan hastalarda (McRorie ve ark., 1998), kabızlığa karşı istenen etkinin aksine ve suyu tutmadaki büyük yeteneği nedeniyle, *Psyllium*'un ayrıca mide boşalma süresini ve kolon geçişini yavaşlattığı gösterilmiştir. Bununda sıvı dışkı veya ishalden fekal inkontinansı olan bireyler için faydalı olduğu belirtilmiştir (Bliss ve ark., 2001).

Bu çalışmada hem zengin bir diyet lif kaynağı olan hemde su tutma yeteneği yüksek olan ve toplum tarafından çeşitli rahatsızlıkların giderilmesinde yaygın bir şekilde kullanılan *Psyllium husk,* pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt üretiminde ürünün fonksiyonelliğini ve yararlılığını daha da arttıkmak için kullanılmıştır. Böylece *Psyllium husk*'ın önemli su tutma kapasitesi yeteneğiyle, pıhtısı kırılmış yoğurtlarda önemli bir sorun olan su salma problemine bir çözüm olup olmayacağı ve gerekse bu yeteneğiyle yağ ikamesi olarak kullanılabilip kullanılamayacağı amaçlanmıştır. Ayrıca önemli bir diyet lifi kaynağı olduğu için pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtlar üretiminde kullanılan bakterilerin gelişiminde prebiyotik olarak yararlanılıp yararlanılmayacağı araştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu kısımda probiyotikler hakkında genel bilgiler, probiyotik yoğurt üretiminde probiyotiklerin önemi ve süt sanayisinde kullanımı yağ ikame maddeleri ve *Psyllium husk* ile ilgili genel bilgiler alt başlıklar halinde verilmiştir.

2.1. Probiyotik Yoğurt Üretimi Teknolojisi ve Önemi

'Yoğurt, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* yoğurt kültürlerinin laktik asit fermantasyonu ile oluşan koagule süt ürünüdür. Fermantasyon sırasında üretilen laktik asit ile sütün pH değeri 6.3-6.5'ten 4.6 seviyesine düşmektedir, böylece yoğurda özgü karakteristik özelliklerden tat, koku ve koyu kıvam ortaya çıkmaktadır' (Küçükçetin ve Yaygın, 2003). Gıda maddeleri yönetmeliğinde yer verilen yoğurt anlamı ise "En az 90˚C'de ısıtılıp, mayalanma derecesine (45˚C) kadar soğutulan sütün, yoğurt mayası ilave edilerek laktik asit mayalanmasına bağlı kalarak meydana gelen kendine has, yoğun süt ürünüdür." olarak tanımlanmaktadır. Yoğurt yağ, protein, kalsiyum ve vitamin çeşitliliği açısından faydalı bir besindir. Günlük diyetlerinde yoğurt tüketen kişilerde osteoporoz, gastrit ve ishal semptonlarının daha az görüldüğü sonucuna varılmıştır (Küçükçetin ve Yaygın, 2003).

Yoğurdun yararlılığının arttırılması amacıyla probiyotik kültürler ilave etmek suretiyle yoğurt üretimi yapılmaktadır (Shorrt, 1999). Araştırmalar, diyete düzenli olarak probiyotik ürünler eklemek suretiyle bağışıklık sistemini güçlendirdiği, kolesterolü sabit bir seviyede tutabileceği, gastrointestinal enfeksiyonları önleyebileceği ve sindirim problemlerini ortadan kaldırabileceğini göstermektedir (Ghadimi ve ark., 2008; West ve ark., 2014).

Vücut, birincil beslenme yoluyla insan sağlığına faydalı olan bazı biyoaktif maddeleri düzenli olarak alır. Bu maddelerden, probiyotikler, bakteriyosinler,

antioksidanlar, prebiyotikler ve antibakteriyel maddeler en fazla kullanılanların başında gelmektedir (Harsa, 2012).

Probiyotik kelimesi, Yunanca "yaşam için" anlamına gelen kelimeden türetilen biyolojik olarak aktif maddelerden biridir ve tarih boyunca farklı şekillerde kullanılmıştır (Alp ve Aslım, 2009).

Probiyotiklerin, konakçının fizyolojisi ve sağlığı, mikrofloranın gelişimi, genitoüriner sistem, sindirim sistemi, ağız boşluğu ve üst solunum yolu üzerinde faydalı bir izlenim bırakan karışık veya tek canlı mikroorganizma kültürleri olduğu görülmektedir. Çünkü hayvanlar ve insanlar tarafından kullanılabilmektedir. Probiyotik kavramının ilk kez Ferdinand Vergin'in 1954 yılında antibiyotik ve mikroflora üzerinde etkisi olan diğer antibakteriyel maddelerin ve probiyotik olmayanların olumlu etkilerinin anlatıldığı "Anti-und Probiyotika" makalesinde kullanıldığı görülmektedir (Corthiner, 2004).

Probiyotikler, yiyecek, içecek veya takviyelere katılarak canlı sağlığını olumlu bir şekilde etkilemek amacıyla kullanılan mikroorganizmalardır. Bu mikroorganizmalara genel olarak laktik asit bakterileri denir (Sanders ve Marco, 2010).

Fermente süt ürünleri, kefir, çiğ sosis, bira, şarap, ekmek, acı süt ve turşu gibi besinler probiyotik içeriği yüksek besinlerdir (Sezen, 2013).

2002 yılında probiyotikler, “düzenli ve vücudun ihtıyacı kadar alındığı taktirde konakçı sağlığı üzerine faydalı etkiler gösteren canlı mikroorganizmalar” olarak belirtilmiştir (Rafter 2002; Lollo ve ark., 2013; Hill ve ark., 2014; Jose ve ark., 2015; Malashree ve ark., 2019).

Antibiyotik tüketimine göre bozulan probiyotik alımı, bağırsak florasının dengesini yeniden sağlamak için giderek daha önemli hale gelmektedir. Rotavirüs merkezli ishalin (çoğunlukla çocuklarda) tedavi edilmesinde *Bifidobacterium* spp. ve

Lb. Rhamnose GG'nin etkili olduğu belirtilmiştir. Bu bakterilerinTurist ishali ve enterotoksojenik *E. coli* olarak bilinen probiyotik bakterileri aktive ederek ishalin tedavisinde etkili olduğu bildirilmektedir (Özer, 2006).

Bifidobacterium spp. fermente sütlerde tiamin, folik asit (B_9) ve kobalamin vitaminlerini üretmek suretiyle besinsel özelliklerini artırdığını ve ayrıca anne sütünde protein emilimini artıran fosfataz aktivitesine sahip olduğunu belirtilmiştir (Ceyhan ve Alıç, 2012). Çizelge 1.1' de günümüzde probiyotik olarak yaygın bir şekilde kullanım alanı bulan başlıca mikroorganizmalar görülmektedir (Kılıç, 2001).

Çizelge 1.1. Probiyotik Olarak Kullanılan Başlıca Mikroorganizmalar

L. bulgaricus türleri	*L. helveticus, L. bulgaricus, L. rhamnosus, L. cellebiosus, L. salivarius, L.delbrueckii, L. lactis, L. fermentum, L. acidophilus, L. reuteri, L. brevis, L. plantarum, L. casei, L. curvatus, L. johsonii, L. gasseri*
Bifidobacterium spp. türleri	*Bf. bifidum, Bf adolescentis, Bf. infantis, Bf. breve, Bf. thermophilum , Bf. longum,*
Bacillus türleri	*B. licheniformis, B. coagulans, B. subtilis, B. lentus, B. pumilus*
Pediococcus türleri	*P. pentosaceus, P.cerevisiae, P. acidilactici,*
Streptococcus türleri	*Str. thermophilus, Str. lactis, Str. cremoris, Str. Diacetilactis, Str. intermedius*
Bacteriodes türleri	*Bacteriodes suis, Bacteriodes capillus, Bacteriodes amylophilus, Bacteriodes ruminicola*
Propionibacterium türleri	*P. freudenreichii , P. shermanii*
Leuconostoc türleri	*L. mesenteroides*
Küfler	*Aspergillus oryzae, Aspergillus niger*
Mayalar	*Candida torulopsis, Saccharomyces cerevisiae*

Probiyotik ürünlerin faydalı etkilerinin olabilmesi için mililitrede 10^6-10^8 kob/g arasında probiyotik içermeleri gerekir (Philips ve ark., 2006). Fermente süt ürünlerinin, kullanıcının ihtiyaç duyduğu probiyotik miktarını elde etmek için uygun ürünler olduğu varsayılmaktadır (Van de Casteele ve ark., 2006).

2.1.1. Probiyotik yoğurdu zenginleştirme çalışmaları

Günümüzde tüketiciler daha sağlıklı olabilmek için düzenli ve dengeli beslenmenin önemini kavrayarak tükettikleri gıdalara daha fazla dikkat etmektedirler. Bu nedenle tüketiciler yağı azaltılmış ve düşük kalorili gıdaların yanı sıra diyetlerinde fonksiyonel gıdalara da (probiyotik-prebiyotikler) önemli oranda yer vermeye başlamışlardır. Besleyici ve sağlıklı gıda üretimi, ülkemizin ve hatta dünyanın üretiminin ve gelişiminin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir (Sanders, 1998; Gürsoy, 2005).

Ülkemizde yoğurdun zenginleştirilerek fonksiyonelliğinin artırılmasına yönelik yapılmış çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Andız pekmezi katkısıyla (%2, 4, 6, 8 oranlarında) yapılan yoğurtlar 28 gün süreyle muhafaza edilmiş ve bu süre zarfında yoğurtların bazı kimyasal, mikrobiyolojik ve fiziksel özellikleri incelenmiştir. Buna göre yoğutların serum ayrılması, asitlik, viskozite ve laktik asit bakteri sayılarının depolama süresince değişiklik gösterdiği belirtilmiştir. Andız pekmez miktarının arttırılması fermantasyon süresini arttırmış, pH'ın kontrolden daha yüksek olduğu ve viskozite ve serum ayrılması özelliklerinin zayıf olduğu tespit edilmiştir. Değişkenlerin kullanılması sonucunda, yoğurda %4 oranında Andiz pekmezinin ilave edilmesinin yoğurt üretiminde kullanılabileceği fakat keskin tadı nedeniyle melas oranının azaltılabileceği belirlenmiştir (Çelik ve ark., 2009).

Akasya balı ilavesiyle yoğurdu zenginleştiren farklı bir çalışmada, yoğurdun mikrobiyotası 42 günlük depolama süresi boyunca değerlendirilmiştir. %1 ile %5 bal ilavesi yapılan yoğurtlarda, 4°C'de muhafaza sırasında bal ilavesinin pH, laktat seviyeleri ve yoğurt bakterilerinin (*S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*) canlılığı üzerinde fazla bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Ancak balın doğal bir tatlandırıcı olması, zengin ve önemli besinler de içermesi sebebiyle yoğurda bal eklenebileceği ifade edilmiştir. Yine yoğurda %3 bal ilavesinin yoğurdun organoleptik kalitesini önemli ölçüde iyileştirdiği açıklanmıştır (Varga, 2006).

Yapılan farklı bir çalışmada Ayva tozu (%0, %0,5, %1, %1,5) ve *Bifidobacterium* spp. ilavesi edilen yoğurtların 4 haftalık depolama süresi boyunca mikrobiyolojik, dokusal ve organoleptik özellikleri değerlendirilmiştir. Papaya tozu ilavesiyle yoğurt bakterisi ve *Bifidobacterium* spp. sayısının arttığı belirlenmiş. Ayva tozu ilave edildikten sonra sertliğin azaldığı, viskozitenin ve su tutma kapasitesinin arttığı bildirilmiştir. Duyusal kalite açısından ilk 7 günden sonra numuneler arasında spesifik bir değişiklik olmadığı açıklanmıştır (Çınar, 2016).

Başka bir çalışmada ise kayısı püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurdun fizikokimyasal özellikleri değerlendirilmiştir. Probiyotik kültür olarak *L. bulgaricus*, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. ilave edilmiştir. Kayısı püresinin farklı oranlarda (%0, %6, %9, %12) eklenmesi yoğurt'un kurumadde, viskozite, asitlik, serum ayrılması, pıhtı sıklığı değerlerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir (Çayır ve Şahan, 2007).

İnek sütüne değişik miktarlarda (%25, %50 ve %75) pirinç sütü katılarak üretilen probiyotik yoğurtlar 3 haftalık süreyle depolanarak yoğurtların fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri 1 haftalık aralıklarla incelenmiştir. Pirinç sütü ilave edilen yoğurtların viskozitelerinin artış gösterdiği, serum ayrılmasının azaldığı ve tekstür özelliklerinin ise zayıfladığı; ayrıca kimyasal ve mikrobiyolojik kalitelerinin de kontrol yoğurtlarına göre daha düşük belirtilmiştir. Duyusal değerlendirmelerde ise ilave edilen pirinç sütü miktarı arttıkça daha düşük puanların alındığı ve düşük miktarda pirinç sütü katılan yoğurtların kontrol yoğurtlarına yakın puanlar aldığı ifade edilmiştir (Uzuner, 2012).

Başka bir çalışmada farklı oranlarda peynir altı suyu tozu (PAST) (%0.25, 0.50, 0.75 ve 1.0) ve turunç ekstresi (%0.05, 0.10, 0.15 ve 0.20) ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurtlarda 3 haftalık depolama süresi boyunca kimyasal, duyusal, fiziksel ve mikrobiyolojik özellikleri izlenmiştir. Yoğurda ilave edilen turunç ekstresi oranı ile yoğurtların *L. acidophilus* sayıları, serum ayrılması, titrasyon asitliği arasında pozitif; viskozite, *L. bulgaricus* sayıları, *S. thermophilus* sayıları ve pH arasında ise negatif bir korelasyon olduğu bildirilmiştir. Diğer yandan ilave edilen PAST oranlarıyla *S.*

thermopilus sayıları, pH, *L. bulgaricus* sayıları, viskozite ve titrasyon asitliği arasında pozitif, *L. acidophilus* sayıları ve serum ayrılması değerleri arasında ise negatif bir korelasyon olduğu ifade edilmiştir. Sonuç olarak, %0.1 oranında turunç ekstresi ilaveli yoğurtlara %0,5 veya %1 past ilave edilerek yoğurt üretiminin kabul edilebilir nitelikte olduğu ifade edilmiştir (Çevik, 2013).

Farklı bir çalışmada, *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* araştırıldı. Akasya balı ve peynir altı suyu katkısıyla yapılan yoğurtlarda fermantasyonunun akıcı bir şekilde gerçekleştiği ve ürüne özgü bakteri sayısını arttırdığı belirtilmiştir (Glusac ve ark., 2015).

Başka bir çalışmada, ayçiçeği balı ilave edilen yoğurtların temel fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal nitelikleri araştırılmıştır. Çalışmadaki ana hedef, farklı miktarlarda ilave edilen ayçiçek balı'nın (%2, %4, %6) 28 günlük depolama süresince ayçiçeği balının yoğurt üzeri'ndeki etkisinin araştırılması oluşturmaktadır. Bal miktarı arttıkça su aktivitesi azalmıştır. Fermantasyon sırasında pH balsız yoğurtta 4.33, %6 ballı yoğurtta ise 4.2 olarak tespit edilmiştir. En düşük parlaklık oranının, en yüksek kıvam ve su tutma kapasitesinin, %6 bal içeren yoğurtta olduğu belirmiş ve bal katkılı yoğurtlarda depolama sırasında su tutma kapasitesi ve renk değerlerinin arttığı bildirilmiştir. *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* sayıları ise ayçiçek balı ilave edilen yoğurtlarda kontrol yoğurduna göre daha yüksek bulunmuştur. Duyusal analizde %4 ballı yoğurdun en çok beğenildiği ifade edilmiştir (Sert ve ark., 2011).

Başka bir çalışmada araştırıcılar arı sütü ve bal ile zenginleştirilmiş yoğurtların kalite özelliklerini 9 günlük depolama süresince izlemişlerdir. İki aşamada gerçekleşen bu çalışmada birinci bölüm, farklı oranlarda arı sütü ve bal içeren yoğurtlarda LAB geliştiren en uygun karışımın belirlenmesi oluşturmuştur. İkinci kısımda ise arı sütü ve bal eklenmiş en elverişli yoğurt ile kontrol yoğurdunun kimyasal, reolojik, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerinden bazılarının birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Çalışmada depolama esnasında titrasyon asitliğinin arttığı, pH değerinin ise düştüğü tespit edilmiştir. Öte yandan, birlikte üretilen farklı

konsantrasyonlardaki yoğurtlarda arı sütü ve bal ilavesi için en uygun konsantrasyon oranları sırasıyla %0.6 ve %4 olduğu kanısına varılmıştır (Hafif, 2019).

Akalın (1993), probiyotik yoğurtlarla ilgili olarak yapmış olduğu bir çalışmasında üretmiş olduğu bifiyoğurt, yoğurt, biyogarde ve biyoğurt örneklerinin kurumadde oranlarını % 15.30-15.80 arasında bulurken, yağ oranlarını % 3,61-3,81 arasında bulmuştur. Ayrıca asitlik miktarları da %1.11- 1.20 arasında laktik asit tespit edilmiştir.

2.2. Yağ İkame Maddeleri

2.2.1. Tanımı

Gıdaya görünümünü, kokusunu, aromasını ve yapısını veren faktörler, gıdanın yapımında yer alan proteinler, karbonhidratlar, yağlar, vitaminler ve minerallerdir. Bunlar arasında yağ, gıdanın görünümü, aroması, tadı, ağız hissi ve yapısı için önemli bir tamamlayıcıdır (Yazıcı ve Dervişoğlu, 2003).

Ağızda kalan yağ hissi, faktörlerin bir kombinasyonundan meydana gelmektedir. Bu faktörler; kıvam (yoğunluk, dolgunluk), yağlılık (yumuşaklık, kremlik), absorpsiyon ve adsorpsiyon, yapışkanlık ve ağızda kaplama duygusu benzeri birçok değişkeni içermektedir. Bu faktörler tam olarak tanımlanamazken, yağlı gıdalarda kolaylıkla görülmektedir (Doğan ve Küçüköner, 1999).

Yağ, gıda maddelerinin görünümüne, aromasına, yapısına ve tadına önemli miktarlarda katkı sağlayan bir bileşendir. Yağ, insan vücudun normal fonksiyonlarını yerine getirmesinde de önemli bir rol oynar. Fizyolojik ve duyusal faydalarına rağmen, günümüzde yapılan birçok çalışmada hayvansal yağ tüketmenin birden fazla kronik rahatsızlık ve obezite riskini artırdığını göstermiştir. Son zamanlarda gıda sektörü pek çok farklı düşük enerjili ürünü pazarlamaktadır İşlenmiş ve kullanıma hazır ürünlerde kullanılan bitki ve hayvanlardan elde edilen yağların bir kısmını veya tamamını azaltmak için farklı tipte yağ ikame maddeleri eklenmektedir. Ayrıca bu ürünlerin önemli bir pazar payına sahip olduğu bilinmektedir.

Yağ ikamelerinin eklenmesiyle toplam enerji miktarının azalması, tüketicinin bu ürünlere olan isteğini önemli ölçüde artırmaktadır. Bu olay yağ oranını düşürmeye yönelik çalışmalarda hızlı ilerlemeye yol açmıştır. Yağ ikamelerinin, gıdadaki enerji miktarını azaltan, yağın ürüne vermiş olduğu duyusal, fiziksel ve kimyasal nitelikler bakımından faydalı neticeler sağlayan ve gıdalara eklenmesi güvenli kabul edilen katkı maddeleri olduğu belirlenmiştir.

2.2.2. Yağ ikame maddelerinin sınıflandırılması

Yağ ikame maddeleri; Gıda ürünlerine yağ yerine eklenebilen ve yağın gıdalara kazandırdığı birçok özelliği karşılayan maddelerdir. Yağın bir kısmını veya tamamını içeren gıdalara eklenen yağ ikameleri, yağ kökenli "yağ benzeri maddeler" protein ve karbonhidrat kökenli "yağ taklitçileri" şeklinde ikiye ayrılır. Bu maddelerin değişik karışımları da gıdalarda kullanılmaktadır (Öztürk ve ark., 2000; Atasoy ve Yetişmeyen, 2006).

2.2.2.1. Yağ benzeri maddeler

Lipid benzeri maddeler, yapısal lipidler veya sentetik maddelerdir (Drake ve Swanson, 1995). Bu grup, lipaz katalizli hidroliz reaksiyonlarına dirençli, ester bağlı yağ asitlerinden türetilen ürünleri içerir. Diğer bazı yağlı maddeler de bu kategoriye girer (Huyghebaert ve diğerleri, 1996). Yağ benzeri maddeler kimyasal olarak sentezlenir veya enzimatik modifikasyonla ticari katı ve sıvı yağlardan türetilmektedir (Akoh 1998), ya da hiç kalori sağlamaz ya da düşük kalori sağlar (Huyghebaert ve ark., 1996).

Bu grup, yağ ile aynı özellikleri sergiler ve ürüne benzer ağız hissi ve fonksiyonel özellikler kazandırır (Huyghebaert ve diğerleri, 1996). Çünkü bu maddeler polar benzeri yağlar değildir ve yağın aroma bileşenlerini taşıma özelliğine sahiptirler (Drake ve Swanson, 1995). Ayrıca birçok yağlı madde pişirme ve kızartma sıcaklıklarına dayanıklıdır.

Huyghebaert ve ark., (1996), yağ benzeri maddeleri 4 başlık altında toplamıştır. Bunlar;

- Düşük enerjili yağ bileşenleri
- Modifiye ester bağlı kalorisiz yağ benzeri bileşenler
- Yağlardan farklı yapıdaki kalorisiz bileşenler
- Emülsiye ediciler

2.2.2.2. Yağ ikame maddeleri

Yağ taklidi maddeler, protein ve karbonhidrat kaynaklı olup gıdaların yapısında doğal olarak bulunan yağlarla benzer fiziksel ve duyusal özellik gösterirler (Huyghebaert ve ark., 1996). Bu maddelerin 1 gramı yaklaşık 0-4 kalori vermektedir. Genel olarak dikkate değer oranda su absorblama yetenekleri vardır. Bununla birlikte kızartma işlemi için elverişli değilken, genelde fırında pişirme işlemine uygundurlar. Suda çözünür özellikteki aroma bileşenlerini bulunudur, fakat yağda çözünür aroma bileşenlerini bulunduramazlar (Akoh,1998).

Bu maddeler suyu tutma, doku ve yapıyı iyileştirme, stabilizasyon sağlama, ağız hissini geliştirme benzeri bir çok işlevleri yerine getirebilmektedir. Polar yapıdadırlar ve su içerisinde çözünür özellik gösterirler. Bununla beraber yağ içerisinde çözünme özellikleri olmadığından lezzet, aroma, ağız hissi ve doku benzeri apolar özellikteki maddelerin fonksiyonel özelliklerini yerine getiremezler (Drake ve Swanson, 1995).

2.2.2.2.1. Protein kaynaklı yağ ikame maddeleri

Yağ taklidi maddelerden protein kaynaklı olanların birçoğu süt, peynir altı suyu, yumurta ve buğday gluteni benzeri proteinlerden temin edilebilirler (Akoh, 1998). Protein veya proteinli maddelerin yağ ikame maddesi şeklinde kullanımı, proteinlerin partiküler yapısı ile ilişkilidir (Dziezak, 1989; Huyghebaert ve ark., 1996).

Simplesse ve Dairy-Lo, protein kaynaklı yağ taklidi maddelere örnek olarak verildiği belitilmiştir (Huyghebaert ve ark., 1996).

2.2.2.2.2. Karbonhidrat kaynaklı yağ ikame maddeleri

Karbonhidratların çoğu gıdalardaki yağların bazı davranışlarını taklit eden, yapıyı ve dokuyu düzenleme eğiliminde olan ajanlar olarak uzun süredir gıda sanayinde kullanılmaktadır (Huyghebaert ve ark., 1996). Karbonhidratların elde edildiği oldukça fazla yağ ikamesi vardır. Yağ ikame maddesi olarak kullanılmakta olan nişasta; genellikle moleküler ağırlık, ikame edilmiş yağın moleküler ağırlığına eşittir. Bunun dışında son üründe beklenen kaliteyi elde etmek amacıyla nişastanın yapısı değişik yöntemlerle geliştirilebilir. Modifiye nişasta su içerisinde dağıldığında jöle ve jel yapılar oluşturmak süretiyle ortamdaki suyu emer ve suyu son üründe tutarak yapının iyileşmesine katkı sağlar. Böylece yağın ağızda bıraktığı hissi ortaya çıkarır. Ek olarak, 1/4 kurumadde ve gram başına bir kcal enerji içeren karbonhidrat jeli, yağın gram başına 9 kcal ile yerini alabilir ve bu da kalorilerde 9/10'luk bir azalmaya neden olur (Alexander 1994; Doğan ve Küçüköner, 1999).

2.2.2.3. Yağ ikame maddesi kombinasyonları

Gıdaların karmaşık yapısı nedeniyle, tek bir yağ ikamesi ile az yağlı bir üründe istenen duyusal, fiziksel ve fonksiyonel nitelikleri yaratmak çoğu zaman mümkün değildir. Bu nedenle, yağ ikame maddelerinin kombinasyonlarının kullanımı daha uygundur.

2.2.3. Gıdalarda yağ oranının azaltılmasının gereksinimi

Bir gıdanın enerji yoğunluğu düşük olduğunda, diyette kalori artışına neden olmadan kolayca yenebilir. Yiyeceklerdeki su kalori eklemez, ancak kilo verir. Aynı şekilde, yiyeceklerdeki yağ da en fazla kalori sağlayan bileşendir (Vatanseven, 2015).

Son yıllarda, tüketicilerin beslenme alışkanlıklarını değiştirme eğilimi, dünya çapında ortaya çıkan sağlık sorunları nedeniyle endişe kaynağı olmaktadır. Gelişmiş

ülkelerde tüketicilerin büyük bazı kısmında sağlıklı beslenme davranışları konusunda daha bilinçlidir. Bilinçli tüketiciler, diyetlerinde şeker, yağ ve gıda katkı maddeleri kolesterol içeren ürünlerin kullanımını kısıtlamıştır. Diyetinizdeki toplam yağ alımını azaltırsanız, yüksek tansiyon, kardiyovasküler hastalık ve diyabet problemlerini yönetebilirsiniz. Özellikle doymuş yağ alımı kısıtlandığında, toplam lipoprotein ve LDL'nin kan seviyelerini azaltabilir.

Bu sorunların önüne geçebilmek için çözüm yolları bulunmaya çalışılmıştır. Bu değişikliklerden en önemlileri hayvansal yağ içeren gıdaların tüketilmesi ve bu ürünlerin tüketiminin azaltılması ile ilgilidir. Gıda ürünlerinde hayvansal yağ içeriğinin azaltılması, ürünlerin özellikle görünüm, doku, kayma ve kabul edilebilirlik gibi organoleptik özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilir ve tüketiciler tarafından tüketilemez. Yağ, önemli bir gıda bileşeni olarak aroma gelişimine katkıda bulunduğundan, ağızda bıraktığı his, tat, aroma ve kokuyu birleştirmeye yardımcı olur; ancak yağların çıkarıldığı gıdaların reolojik, fiziksel ve duyusal özellikleri önemli ölçüde değişir (Ohmes ve ark., 1998).

Bir yağın ağızdaki duyusal algısı ve aroması, kıvam (yoğunluk, dolgunluk), kayganlık (yumuşaklık, kremsilik), ağız kaplaması, absorpsiyon ve adsorpsiyon (tat üzerindeki fiziksel etki) gibi birden fazla fiziksel parametre ile belirlenebilir. Vücuda olumlu etkisi olmayan ancak yukarıda belirtilen duyusal nitelikleri sağlayan yağ ikameleri son zamanlarda önemli bir değer kazanmıştır.

Gıdalardaki yağ oranlarının sebep olduğu kullanıcı endişelerini yok etmek için gıda üreticileri tam yağlı ürünlere benzerlik gösteren niteliklerde ürünler elde etmişlerdir. Bu nedenle yağ ikame edici maddeler ilave etmişlerdir.

2.3. *Psyllium Husk* (Karnıyarık Otu Tohum Kabuğu Tozu)

Psyllium husk veya *Ispaghula*, tohumları ticari olarak müsilaj üretimi için kullanılan Plantago bitki cinsinin birkaç üyesi için kullanılan ortak addır. Tohumun

şeklini tanımlayan Hint dilinde 'at kulağı' anlamına gelen *Isabgol* olarak da adlandırılır (Dhar, ve ark., 2005; Masood ve Miraftab, 2010).

Psyllium husk (Ispaghula), Güney Asya'nın yerli bir ürünüdür ve hem geleneksel hem de modern ilaçlarda yaygın olarak kullanılan bir bitkisel üründür. *Psyllium husk* 'ın tohum kabuğu, kalın bağırsak fonksiyonunun düzenlenmesini teşvik etmek için bir diyet lifi takviyesi olarak uzun bir kullanım geçmişine sahiptir. At kulağına benzeyen tohumların jelleşme ve su tutma kapasitelerinin yüksek olduğu bildirilmektedir (Cummings ve Stephen, 1980). Ayrıca halk arasında kan kolestrol düzeyini düşürücü, yatıştırıcı, yumuşatıcı ve müshil olarak kullanılmaktadır. Dizanteri, kabızlık, genito-üriner sistemin nezle durumları, bağırsak kanalının iltihaplı zarları vb. tedavisinde yaygın olarak kullanıldığı bildirilmektedir. *Psyllium husk*, hem kabızlık hem de hafif ishal semptomlarını hafifletmek için bir diyet lifi olarak veya bazı gıdaların dokularının iyileştirilmesinde koyulaştırıcı olarak kullanıldığı ifade edilmiştir (Gohel, ve ark., 2000; Gohel, ve ark., 2003).

Psyllium husk (karnıyarık otu tohum kabuğu), Hindistan'ın Vedik kültüründe ortaya çıkan 5000 yıllık bir doğal şifa sistemidir, antik çağlardan günümüze Ayurveda tıbbında vücudun genel sağlığını ve bazı hastalıkların tedavisini iyileştirmek için kullanılan Carnivoran Seeds adı verilen dilimize çevrilmiştir. *Psyllium husk* (karnıyarık otu tohum kabuğu), bitki tohumlarının kabuğundan elde edilen bir liftir. Vücuttaki suyu emme özelliğine sahip olan *Psyllium husk* (karnıyarık otu tohum kabuğu) kabızlığa, ishale, tansiyona, kolesterole ve kilo vermeye iyi gelen bir gıda takviyesidir. Son yıllarda yapılan araştırmalar *Psyllium husk* (karnıyarık otu tohum kabuğu) sindirime sistemine, kalbe ve şeker hastalığına iyi gelmektedir (Gümüş, 2022).

Vücutta eriyen bir lif olan çörek otu tohumu tozu suda erir ve jel benzeri bir maddeye dönüşür, dışkıyı yumuşatır, bağırsak hareketlerini destekler, bağırsak düzenini korur ve şişkinliği artırmaz. *Psyllium husk* (karnıyarık otu tohum kabuğu tozu) müshil olarak kullanıldığı ifade edilmiştir (Gümüş, 2022).

Psyllium husk, zengin bir diyet lifi kaynağıdır. *Psyllium husk,* çeşitli ülkelerde su veya süt ile ishal ve kabızlık sırasında yaygın olarak tüketilen doğal bir diyet lifi kaynağıdır. Suyu emdiğinde ihmal edilebilir miktarda kalori içeren sindirilemeyen diyet lifi içerir; karakteristik olarak birkaç kez şişer ve jöle benzeri bir maddeye dönüşür. Bu madde bağırsakları hem uyarmakta hemde yağlamakta böylece bağırsakları harekete geçirmektedir(Leung ve Foster, 1996). Ayrıca doyurucu bir etkiye sahip olup ve insanların öğünlerini daha erken sonlandırarak enerji alımını azaltmalarına yardımcı olabilir (Delargy ve ark., 1995; Turnbull ve Thomas, 1995).

Psyllium husk, bazı araştırıcıların çalışmalarında (Blackwood, ve ark., 2000; Blumenthal, ve ark., 2000; Sierra ve ark., 2002) sunduğu gibi kan kolesterolünü düşürmede etkilidir. Monosakkarit emilim hızını yavaşlattığı ve bunun sonucunda tokluk kan şekeri artışı da dahil olmak üzere kan şekeri konsantrasyonlarını azalttığı belirtilmiştir. (Blumenthal ve ark., 2000). *Psyllium husk*, tüketildiğinde diyabetik hastalarda glikoz emiliminin azaldığı ifade edilmiştir (Sierra, ve ark., 2001).

Araştırmalara göre çözünür lif, kalp hastalığı olan hastaların kolesterol ve diğer değerlerinin dengelenmesinde büyük etkiye sahiptir. Vücudumuz karaciğerde safra asitleri yapmak için kolesterol kullanır. Safra asitleri, yediğimiz yiyeceklerdeki yağların sindirimini desteklemek için bağırsağa salınır ve daha sonra vücut yeniden kullanım için safra asitlerini emer. Bununla birlikte, karnıyarık otu tohum kabuğu tozunun, bazı safra asitlerini tutabilen kalın bir jel tabakası oluşturur, böylece emilen ve yeniden kullanılan safra asitleri vücut tarafından emilemez. Bu asitler, karnıyarık otu tohum kabuğu tozunun jelatinli tabakasında tutulur ve vücuttan dışkıyla atılır. Bu işlem sonucunda karaciğer, daha fazla safra asidi üretmek için kandan LDL kolesterolü uzaklaştırır ve kanda daha az LDL kolesterol bulunur. Sonuç olarak, düzenli olarak karnıyarık otu tohum kabuğu tozu tohumu tüketimi kandaki kolesterol değerlerinin düşmesine yardımcı olmaktadır (Gümüş, 2022).

Lif takviyeleri almanın, vücudun insülin ve kan şekeri seviyelerini düşürmek gibi kan şekeri tepkisini kontrol etmeye yardımcı olduğu bilinmektedir. Bu özellikle Karnıyarık bitkisinin tohum kabukları gibi çözünür lifler için geçerlidir. Aslında

karnıyarık otu tohumu kabuğu tozu, insülin ve kan şekeri düzeylerini düşürme mekanizmasında kepek gibi diğer liflerden daha etkilidir. Bu başarının nedeni, karnıyarık otu tohum kabuğu tozundaki jelatinimsi dokuyu oluşturan lifin, yiyeceklerin sindirimini yavaşlatarak kan şekeri seviyelerinin düzenlenmesine yardımcı olmasıdır.

Birçok insan, özellikle diyabet ve PCOS gibi kronik rahatsızlıkları olanlar, kendileri için iyi olduğunu düşündükleri bir kiloyu korumak isterler. *Psyllium husk* (karnıyarık otu tohum kabuğu tozu) sindirim sistemini düzenlemekle birlikte kalp ile kan şekeri seviyelerini dengede tutmaya kadar birçok faydası olduğu bilinmekte ve ayrıca kilo vermeye yardımcı olmaktadır. Vücuttaki sıvıları emdiği için tokluk hissi verdiği ve dolaylı olarak yediğiniz gıda miktarını kontrol etmenizi yardımcı olmaktadır. *Psyllium husk* (karnıyarık otu tohum kabuğu tozu), iştah azaltıcı özellikleri sayesinde düzenli yemek yemek isteyenlerin daha az yemek yemeleri sayesinde kilolarını kontrol etmelerine yardımcı olmaktadır.

Yüksek su bağlama kapasitesi ve çeşitli pH seviyelerinde ve sıcaklıklarda stabilitesi nedeniyle, *Psyllium husk,* bir gıda katkı maddesi olarak kullanılabilir, raf ömrünü ve tüketici kabulünü iyileştirir ve yapışkanlığı azaltığı ifade edilmiştir (Ibuki 1989). *Psyllium husk,* yağ ve buğday unu için bir emülgatör, stabilizatör ve ikame maddesi olarak kullanılabilmiştir (Giuntini ve ark., 2003; Zandonadi ve ark., 2010).

Psyllium husk (karnıyarık otu tohum kabuğu tozu), toplam karbonhidratların % 6.83, % 0.94 protein, % 4.07 kül ve % 84.98'ini içerir (Guo ve ark., 2008; Yu ve ark., 2009). Osborne fraksiyonlama (çözünürlüğe bağlı olarak) albümin% 35.8, globülin % 23.9 ve prolamin % 11.7 verildiği belirtilmiştir. *Psyllium husk* tohumlarından elde edilen yağda yüksek oranda linoleik asit (% 40.6) ve oleik asit (% 39.1) ve az miktarda linolenik asit (% 6.9) olduğu ifade edilmiştir (Romero-Baranzini ve ark., 2006). Araştırmalar, *Psyllium husk* tohum kabuğunun fonksiyonel ve nutrasötik gıdalarda kullanımının oldukça güvenli olduğunu bildirmiştir. FDA, ilişkili sağlık iddiaları nedeniyle *Psyllium husk* tohum kabuğu içeren gıda ürünlerinin kullanımını onaylandığı ifade edilmiştir (Leeds, 2009).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3. 1. Materyal

3.1.1. Süt

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt üretiminde piyasadan temin edilen çiğ inek sütü kullanılmıştır.

3.1.2. Süttozu

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt yapımında kullanılan yağsız süttozu Pınar Süt ve Mamülleri A.Ş. (Kemalpaşa Asfaltı, Pınarbaşı, İzmir) firmasından satın alınmıştır. Üretimde kullanılan yağsız süttozunun üretici firma tarafından açıklanan bileşim değerleri (100 g için); kurumadde oranı %97.5, laktoz oranı % 52.0, protein oranı % 36.0, yağ oranı % 1.0 ve kalsiyum miktarı % 1.3 şeklindedir.

3.1.3. Krema

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt üretiminde Pınar Süt ve Mamülleri A.Ş. (İzmir) tarafından üretilen kremanın kullanılması tercih edilmiştir. Üretimde ilave edilen kremanın üretici firmanın açıkladığı bileşim değerleri (100 g'da); yağ oranı %35, karbonhidrat oranı %3.5 ve protein oranı %2.3 şeklindedir.

3.1.4. Starter kültür

Starter kültür olarak Chr. Hansen, Peyma- Hansen fimasına ait ABT3 (*L. acidophilus, Bifidobacterium* spp. ve *S. thermophilus*) probiyotik liyofilize kültür kullanılmıştır.

3.1.5. *Psyllium husk* (Karnıyarık otu tohum kabuğu tozu)

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan Karnıyarık otu tohum kabuğu tozu (*Psyllium husk*) tozu Güzel Ada Pharma'dan temin edilmiştir.

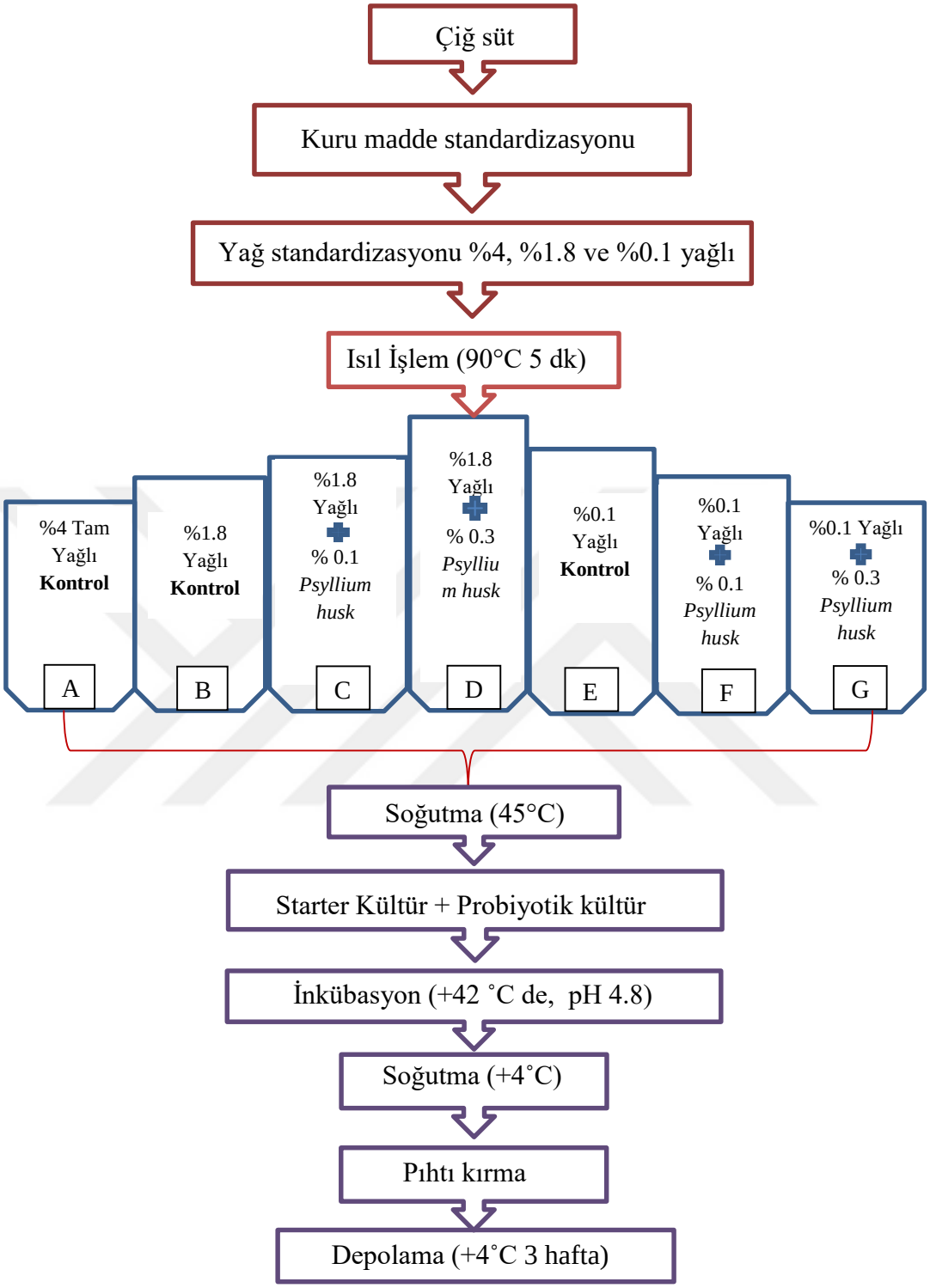
3. 2. Yöntem

3.2.1. Probiyotik yoğurt starter kültürünün hazırlanması

Kurumaddesi %12 olan süt otoklavda 15 dakika 121˚C'de sterilize edildikten sonra 40˚C'ye soğutulmuş ve aseptik koşullarda ABT3 probiyotik starter kültür ilavesi yapılmıştır. Daha sonra kültür ilaveli sütler pH 4.8'e ulaşıncaya kadar sabit sıcaklıkta inkübasyonda bekletilmiştir.

3.2.2. *Psyllium husk* (Karnıyarık otu tohum kabuğu tozu) ilave edilmiş probiyotik yoğurt üretimi

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt yapımında Robinson ve Tamime (1999) tarafından tavsiye edilen metod kullanılmıştır. Yoğurt yapımı 2 tekrarlı olarak hazırlanmıştır. Her üretimde sütler 3 farklı sınıfa ayrılarak 7 çeşit yoğurt elde edilmiştir. (A:%4 tam yağlı kontrol, B:%1.8 yağlı kontrol, C:%1.8 yağlı + %0.1 *Psyllium husk*, D:% 1.8 yağlı + %0.3 *Psyllium husk*, E:% 0.1 yağlı kontrol, F:% 0.1 yağlı + %0.1 *Psyllium husk*, G:% 0.1 yağlı + %0.3 *Psyllium husk* eklenmiştir. Pıhtısı kırılmış yoğurtlar 3 haftalık süreyle +4 ˚C'de depolanmıştır.



Şekil 3.1. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt üretimi akış şeması

3.2.3. Çiğ süt analizleri

3.2.3.1. Fiziko-kimyasal analizler

3.2.3.1.1. pH

pH ölçümleri, Markası ino Lab WTW (Weilheim, Germany) olan pH metre ile ölçüm yapılmıştır (Oysun, 1996).

3.2.3.1.2. Titrasyon asitliği

Titrasyon asitlik tayini alkali titrasyon metodu ile saptanmış ve alkali olarak 0.1 N NaOH kullanılmıştır. Elde edilen ölçüm sonuçları ise % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (IDF, 1982).

3.2.3.1.3. Kurumadde

Kurumadde, süt örneklerinin 100±2˚C 'de kurutulmasından sonra gravimetrik olarak saptanmış ve elde edilen veriler % olarak belirlenmiştir (IDF,1982).

3.2.3.1.4. Yağ

Yağ değerleri 0-8 dereceli özel süt butirometresi ile Gerber yöntemine göre % olarak belirlenmiştir (Metin ve Öztürk, 2002).

3.2.3.1.5. Protein

Yaş yakmaya bırakılan örneklerin mikro Kjeldahl methodu ile azot miktarları belirlenmiş ve bundan sonra azot miktarı 6.38 faktörü ile çarpılarak protein değerleri hesap edilmiştir (IDF, 1993).

3.2.3.1.6. Kül

Kül, belirli oranlardaki örneğin 550±2˚C' de kül fırınında yakılmasından sonra gravimetrik olarak saptanmıştır. Elde edilen veriler ise % olarak ifade edilmiştir (A.O.A.C., 1990).

3.2.4. Yoğurt analizleri

3.2.4.1. Fiziko-kimyasal analizler

3.2.4.1.1. pH

pH ölçümleri markası ino Lab WTW (Weilheim, Germany) olan pH metre kullanılarak saptanmıştır (Oysun, 1996).

3.2.4.1.2. Titrasyon asitliği

Örnekten 10 gram aldıktan sonra üzerine 10 mL 40˚C'deki saf su koyulmuş olup numuneler % 1'lik fenolftalein indikatörü ilavesiyle 0.1 NaOH ile kalıcı açık pembe renk olana kadar yapılan titrasyon işlemi sonrasında asitlik değeri % laktik asit türünden hesap edilmiştir (Abou-Dobara ve ark., 2016).

3.2.4.1.3. Serum ayrılması

Kessler ve Kammerlahner'ın (1982) belirttiği metot Sezgin ve Atamer'in (1986) belirlediği yöntem ile değiştirilmiş, buzdolabı sıcaklığında 3 saat sonra kaba filtre kağıdı süzgeç kağıdından süzülerek alınan serumun gravimetrik (gr) ölçümü esas alınmıştır. Elde edilen veriler % olarak ifade edilmiştir.

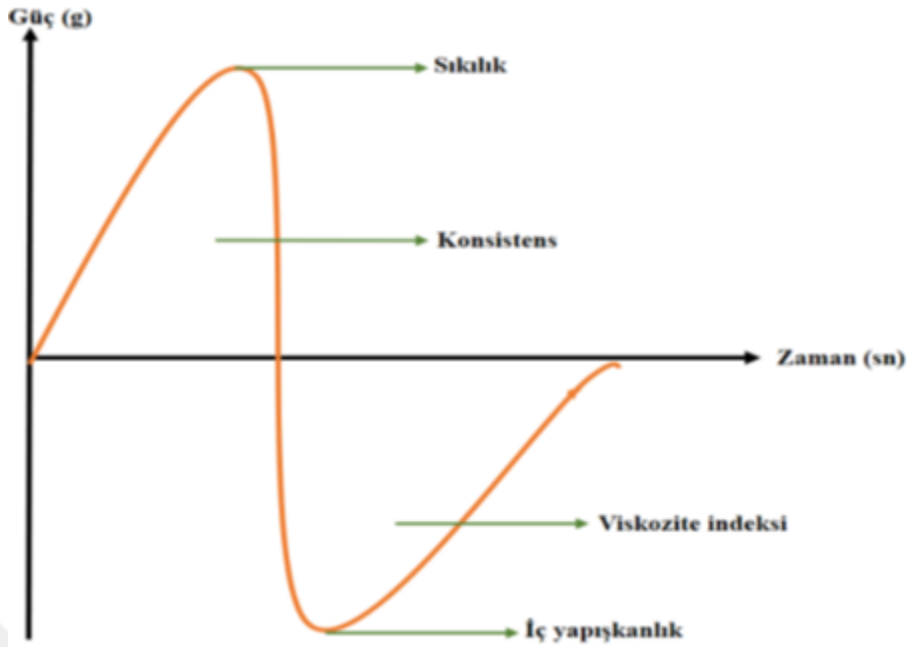
3.2.4.1.4. Viskozite ölçümü

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların viskozitesi Brookfield DV-II Pro Viskozimetresi kullanılarak ölçüm yapılmıştır (Özer ve ark., 1997). Her ölçüm 4 numaralı başlıkla 10 saniye dönme ile 5 defa tekrarlanarak yapılmıştır, elde edilen veriler ise Centipoise (cP) türünden belirtilmiştir.

3.2.4.1.5. Tekstür profil analizi (TPA)

Çalışmada Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi ölçüm, Gıda Mühendisliği Fakültesi laboratuvarında TA.XT plus Texture Analyzer (Stable Micro Systems Ltd., U.K) cihazıyla, 50 kg'lık yük hücresi ve geri ekstrüzyon probu ile yapılmıştır.

Numuneden elde edilen verileri sabit tutmak için 100 gr'lık üretim kaplarında ölçümler yapılmıştır. Bu çalışmada, 40 mm çapında ve 45 mm derinliğinde silindirik bir probun yoğurt içerisine 1 $mm.s^{-1}$ kroshead hızında daldırılmasıyla geri ekstrüzyon probu kullnılarak belirlenmiştir. Geri ekstrüzyon tekniğinden kaynaklanan güç-zaman grafiği (sonda numuneye girdiğinde pozitif; numuneden çıkarken negatif alan) yoğurt numunesinin doku özellikleri hakkında bilgi sağlayan Texture Exponent 32 (2007) parametreleri kullanılarak hesaplanmıştır. (Stable Micro Systems Ltd., Birleşik Krallık). Elde edilen parametreler Sertlik (Sertlik; g), Kıvam (g.sn), İç Viskozite (g) ve Viskozite İndeksi (g.sn) alanları kullanılarak belirlenir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Back ekstrüzyon tekniğine göre güç-zaman grafiklerinden elde edilen tekstür parametreleri

3.2.4.1.6. Su aktivitesi (a_w) analizi

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt örneklerinin su aktivitesi değerlerinin belirlenmesinde, su aktivitesi tayin cihazından (Aqua Lab, ABD) yararlanılmıştır.

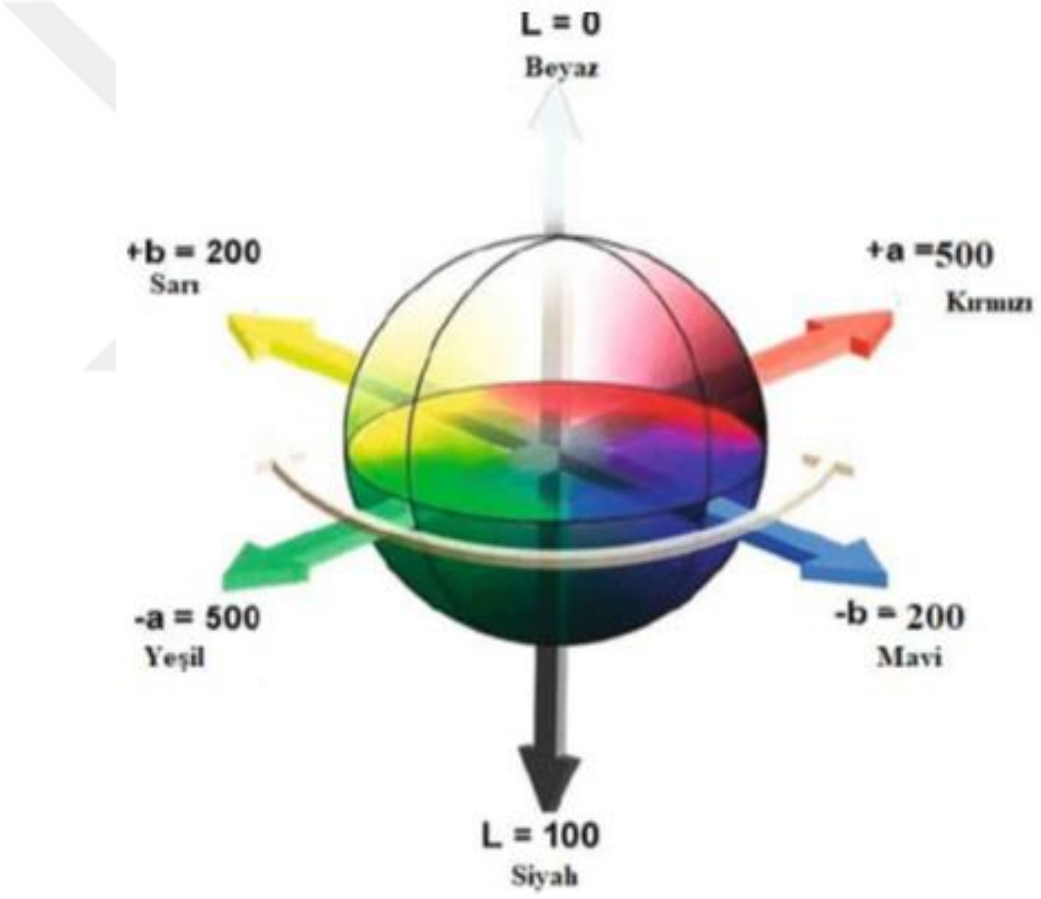
3.2.4.1.7. Su tutma kapasitesi analizi

Parçalanmış probiyotik yoğurdun su tutma kapasitesi Yüksel ve Erdem'e (2009) göre belirlenmiştir. Bu nedenle, bir test tüpünde net ağırlığı bilinen yaklaşık 25 ml probiyotik yoğurt numunesi 3000 rpm'de 4°C'de 15 dakika santrifüjlendi ve süpernatant uzaklaştırıldıktan sonra tortu miktarı belirlendi. Ardından su tutma kapasitesini (WHC) hesaplayın;

%WHC = (presipitat ağırlığı/örnek ağırlığı) * 100 (3.1)

3.2.4.1.8. Renk analizi

HunterLab Color Quest (XE,UK) cıhazını kullanması CIE (Dünyada renk sistemi olarak günün ışığını okumasının değerindeki karşılığı olan D65/10 standart olarak ışık kaynağı kullanmaktadır. Cihazla yapılmakta olan okumada L^*, a^* ve b^* değerleri bulunmuştur. Buna göre; L^* değerinin gün ışığı parlaklığının (0: siyah, 100: beyaz), a^* değeri yeşil-kırmızı rengi (-80 ile 0 arası: yeşil, 0 ile +50 arası: gri, +50 ile 100 arası: kırmızı), b^* değeri mavi-sarı rengi (-50 ile 0 arası: mavi, 0 ile +50 arası: sarı) olarak belirlenmiştir (Gould, 1977).



Şekil 3.3. L^*, a^* ve b^* parametrelerinin renk skalası

3.2.4.2. Mikrobiyolojik Analizler

3.2.4.2.1. Dilüsyon hazırlanması

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt örneklerine aseptik ortamlarda peptonlu su ilave edilmiştir. Toplu ekim yöntemine göre canlı bakteri sayısı, her bir mikroorganizma grubuna göre 1/10'dan 1/10 000 000'a kadar hazırlanan seyreltmeler kullanılarak belirlenmiştir. Diğer mikroorganizmalar için önceden düzenlenmiş petri kaplarına ekim yapıldı. İnokulasyonlar uygun dilüsyonlarda 2 tekerrürlü olarak yapılmış ve petri kaplarında oluşan koloni sayılarının logaritmik transformasyon uygulanarak örneklerdeki canlı mikroorganizma sayıları belirlenmiştir.

3.2.4.2.2. *Streptococcus thermophilus* sayısı

S. thermophilus sayısını belirlemek için M17 agar (Merck) kullanıldı. Termofiller için seçici olan laktoz, M17 agara 1000 ml'de 10 g oranında ilave edildi. M17 agar besiyeri kullanılarak dökme plak yöntemi uygulanmıştır. Dökme plak yöntemi uygulanarak petrilere 10^{-5}, 10^{-6} ve 10^{-7} dilüsyonlardan 1'er ml çift petri plağına ilave edilmiş, agar'dan petri kaplarına 15-20 ml ilave edilerek rotasyon hareketi ile besiyeri ve sıvı iyice karıştırılmıştır. Daha sonra donmuş ortam numunesi karışımı, Petri kabı ters çevrilerek 72 saat 37°C'de aerobik olarak inkübe edildi ve gelişen koloniler sayıldı. Elde edilen sonuçlar log cfu/g olarak verilmiştir (Ranasinghe ve ark., 2016).

3.2.4.2.3. *Bifodobacterium animalis* subsp. lactis (BB-12) sayısı

Bifidobacterium spp. sayımında NNLP agar kullanılmıştır (Dave ve Shah, 1996). Mikrobiyolojik analizlerde anaerobik koşullar Merck'ten temin edilen anaerobik kit ile gerçekleştirilmiştir. Steril membran filtre kullanılarak 80 ml besiyerine 20 ml NNLP karışımı eklendikten sonra uygun dilisyonlardan ekim yapılmış petri kutularına yaklaşık 15 ml besiyeri ilave edilmiş, donduktan sonra petri kutuları ters çevrilerek 37˚C'de 72 saat anaerobik ortamda inkübasyona bırakılmıştır. Gelişen koloniler sayılmış ve elde

edilen sonuçlar log kob/g olarak verilmiştir (Celestin ve ark., 2015). Anaerobik ortamda Anaerocuft A kullanılarak hazırlanmıştır.

3.2.4.2.4. *Lactobasillus acidophilus* sayısı

L. acidophilus sayımları için besiyeri olarak MRS - Sorbitol agar kullanılmış ve dökme plak yöntemi uygulanarak 10^{-5}, 10^{-6} ve 10^{-7} dilüsyonlar 1'er ml çift petri plağına ilave edilerek ekim yapılmıştır. Steril edilmiş besiyerine 90 ml, 10 ml, %10'luk sorbitol steril membran filtre yardımı ile ilave edilmiş petri kutularına dökülmüştür. Sonrasında ise hazırlanan karışım petri kapları ters çevrilerek 37˚Cde 72 saat anaerobik ortamda inkübasyona tabi tutulmuştur. Gelişen koloniler sayılmış ve elde edilen sonuçlar log kob/g olarak verilmiştir (Mortazavian ve ark., 2007).

3.2.4.3. Duyusal analizler

Bodyfelt ve ark., (1988), Taze ve depolanmış ürünler üzerinde 10 kişilik bir panel tarafından bir sıralama testi modeli kullanılarak duyusal değerlendirme yapılmıştır. Bu amaçla Şekil 3.4' te verilen değerlendirme formu kullanılmıştır.

YOĞURT DUYUSAL ANALİZ FORMU

Panelist Adı-Soyadı:

Tarih:

Birazdan size yoğurt örnekleri servis edilecek ve size ürünün bazı kriterleri hakkındaki düşünceleriniz sorulacaktır. Lütfen;

1. Size verilen yoğurt örneklerini aşağıda verilen sıraya göre renk görünüş, tat-aroma, kıvam ve genel beğeniniz yönünden değerlendiriniz.

2. Ürünün sizde bıraktığı etkiye göre, aşağıdaki skalayı kullanarak 1 ile 10 arasında bir numarayı daire içerisine alınız.

Puanlandırmada, 1= Çok çok kötü, 5= Ne iyi ne kötü, 10= Çok çok iyi'ye eşittir.

3. Ürün ile ilgili varsa yapmak istediğiniz önerileri aşağıda ayrılan kısma yazınız.

4. Her ürünü tattıktan sonra, diğerine geçmeden önce ağzınızı su ile çalkalayınız.

Sizin yapacağınız dürüst bir puanlama bizlerin çalışmasına yön verecektir.

RENK ve GÖRÜNÜŞ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

TAT ve AROMA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

YAPI ve KIVAM

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

GENEL KABUL EDİLEBİLİRLİK

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Ürün hakkındaki diğer düşünceleriniz: .....

Not: Lütfen örnekleri tercihinize göre sıralayınız.

1) 2) 3) 4) 5)

Şekil 3.4. Duyusal analiz değerlendirme formu

3.2.4.4. İstatistiksel analizler

Çalışma, "Tesadüf Parsellerin Faktöriyel Deneysel Tasarım" uygulanarak Yoğurt x Depolama süresi x Tekrar (7x3x2) olarak tasarlanmış ve SPSS 9.0 paket programı uygulanarak istatistiksel analizler elde edilmiştir. Numunelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinde farklılıklar olup olmadığını belirlemek için varyans analizi, varyans analizinde önemli olanları belirlemek için Duncan testi kullanıldı.(Düzgüneş ve ark., 1987). Duyusal analizlerden elde edilen bulgularda parametrik olmayan testlerden biri olan Kruskal Wallis testi kullanılmıştır (Bek ve Efe, 1995)

4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu bölümde pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların fiziksel, kimyasal, duyusal, mikrobiyolojik ve tekstürel nitelikleri ayrı ayrı değerlendirilmiş yağ ikame maddesi olarak *Psyllium husk* (Karnıyarık otu tohum kabuğu tozu) ilavesinin probiyotik yoğurtların bu nitelikleri üzerine olan etkileri tartışılmış olup, ortaya çıkan analiz sonuçları istatistiksel analize de tabi tutularak bu konuda diğer araştırmacıların yapmış oldukları çalışma bulgularıyla karşılaştırarak değerlendirilmiştir.

Süt, insanın büyümesi ve gelişmesi için ihtiyaç duyduğu besin öğelerinin çoğunu içerdiği, doku değişikliklerinde faydalı olan, kalsiyum emilimi ve bağışıklık sistemi üzerindeki olumlu etkileri ve kan basıncını düşürmesi gibi birçok etkisinden dolayı insan sağlığı için oldukça önem taşıyan bir hayvansal üründür (Çelebi, 2020).

Sütün kalitesi, bileşimindeki yağ, protein, kuru madde ve laktoz oranlarının yanı sıra sütteki bakteri ve somatik hücre sayısı gibi özelliklere bağlıdır (Akdağ ve ark., 2017a).

Türk Gıda Kodeksi İçme Sütleri Tebliği'ne göre süt, protein oranı 2.9, asitlik 0.135-0.20, yağsız kurumadde oranı en az 8 olmalıdır (Türk gıda kodeksi içme sütleri tebliği (tebliğ no: 2019/12). Bu standartlara göre işlenecek olan sütün protein asitlik ve yağsız kurumadde oranları uygun bulunmuştur.

100 ml' de süt yağı (gr);

Tam yağlı: süt yağı ≥ 3.5 gr

Yarım yağlı: 1,8 gr > süt yağı > 1.5 gr

Yağsız: Süt yağı < 0.15 gr olarak tebliğde bildirilmiştir. (Türk gıda kodeksi içme sütleri tebliği (tebliğ no: 2019/12).

Bu değerlere göre örneklerde kullanılan sütün yağ değerleri tebliğe uygunluğuna analizler sonucunda varılmıştır.

Çizelge 4.1 'de pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların üretiminde kullanılan sütün kimyasal analiz sonuçları ortalama değerleri alınarak standart sapmaları ile birlikte verilmiştir.

Çizelge 4.1. Üretimde kullanılan sütün kimyasal analiz sonuçları

Örnek*	pH	Titrasyon Asitliği (% Laktik asit)	Kurumadde (%)	Yağ (%)	Yağsız Kurumadde (%)	Protein (%)	Kül (%)
Süt	6.63±0.01	0.183±0.007	12.61±0.12	3.55±0.10	9.06±0.08	3.44±0.10	0.82±0.08

4.1. Pıhtısı Kırılmış Probiyotik Yoğurtların Kimyasal Özellikleri

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların pH, titrasyon asitliği, kurumadde, yağ, yağsız kurumadde ve protein oranları ortalama değerler alınarak standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Probiyotik yoğurtların kimyasal analiz sonuçları

Örnekler*	Kurumadde (%)	Yağ (%)	Yağsız Kurumadde (%)	Protein (%)
A	14.55±0.06^{a}	4.05±0.05^{a}	10.50±0.01^{d}	4.65±0.06^{a}
B	12.38±0.06^{b}	1.80±0.00^{b}	10.58±0.06^{cd}	4.65±0.05^{a}
C	12.44±0.04^{b}	1.83±0.03^{b}	10.62±0.02^{bcd}	4.68±0.06^{a}
D	12.53±0.01^{b}	1.85±0.05^{b}	10.68±0.07^{abc}	4.68±0.03^{a}
E	10.84±0.05^{c}	0.35±0.05^{c}	10.68±0.01^{abc}	4.71±0.03^{a}
F	10.85±0.02^{c}	0.33±0.03^{c}	10.72±0.00^{ab}	4.68±0.06^{a}
G	10.90±0.02^{c}	0.30±0.00^{c}	10.80±0.02^{a}	4.69±0.02^{a}

*: A: %4, tam yağlı kontrol; B: %1.8, yarım yağlı kontrol; C: %1.8 yağlı, %0.1 *Psyllium husk*; D: %1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk;* E: %0.1 yağlı kontrol; F: %0.1 yağlı, %0.1 *Psyllium husk* ve G: %0.1 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*

**: Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen değerler ilave edilen *Psyllium husk* oranına göre istatistiksel anlamda birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

4.1.1. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların kurumadde değerleri

Kurumadde oranı yoğurtta istenilen doku ve yapının gelişmesinde önemli rol oynar ve yoğurdun besin değeri açısından da önemlidir (Hatipoğlu, 2007). Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların kurumadde oranları Çizelge 4.2' den de görülebileceği gibi %10.84 ile %14.55 arasında değişmiş ve en yüksek kurumadde oranı %14.55 ile A (%4 yağlı kontrol) örneğinde belirlenmiştir.

Uygulanan istatistiksel analizler sonucunda pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların kurumadde değerleri üzerine yoğurt çeşidinin pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtlara etkisi önemli ($p<0.05$) olmuştur. Bunu da probiyotik yoğurtların yağ içeriklerinin (%0.1 , %1.8 ve %4.0) ve ilave edilen *Psyllium husk* oranlarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.1.2. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların yağ değerleri

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların yağ miktarları ortalamalar olarak Çizelge 4.2' de verilmiş olup, yağ oranları %0.30 - 4.05 arasında değişerek en yüksek oran %4.05 ile A (% 4 yağlı kontrol) örneğinde tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın amaçlarından birisi pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt üretiminde *Psyllium husk*'nın yağ ikamesi olarak kullanılıp kullanılamayacağı oluşturduğundan çalışmada üretilen pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların önemli bir kısmını (yağlı kontrol hariç) yarım yağlı ve yağsız yoğurtlar (en az %1.8 ve %0.1 yağ) oluşturmuştur. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda yoğurt çeşidinin pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların yağ oranlarına etkisi önemli ($p<0.05$) çıkmıştır. Bunun da pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların özellikle yağ içeriklerinin farklı (%0.1, %1.8 ve %4.0) olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim aynı yağ içeriğine sahip olan E, F ve G (%0.1 yağ); B, C ve D (%1.8 yağ) ve A (%4 yağlı kontrol) örnekleri istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır.

4.1.3. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların protein değerleri

Psyllium husk ilaveli pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların protein oranları standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.2' de verilmiş olup, bu değerlerin %4.64 ile %4.70 arasında değiştiği ve en yüksek protein değeri %4.70 ile E (%0.1 yağlı kontrol) örneğinde tespit edilmiştir. Yoğurtların protein değerleri üzerine yoğurt çeşidinin etkisi istatistiksel anlamda önemli ($p>0.05$) bulunmamıştır. Bunun da ilave edilen *Psyllium husk* miktarlarının çok düşük düzeylerde olmasından ve yapısında protein içeriğinde değişikliğe neden olacak başka bileşenler bulunmamasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.1.4. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların renk değerleri (L^*, a^* ve b^*)

Yoğurtta renk önemli kalite kriterlerin'den biridir. Probiyotik yoğurtların L^* (beyazlık), a^* (+ kırmızı, - yeşil) ve b^* (+ sarı, - mavi) değerleri belirlenmiştir (Cueva ve Aryana, 2008).

Çiğ sütün ısıl işlem görmesi ile sütteki bileşenler (laktoz ve proteinler) etkilenmekte ve doğal olarak süt ve yoğurdun renginde değişiklikler meydana gelmektedir (Kırdar ve Gün, 2001).

Yoğurtlarda renk değerleri ölçümleri yalnızca depolama süresinin başında (1. gün) yapılmıştır. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt üretiminde yağ ikamesi olarak *Psyllium husk* ilave edilen yoğurtlara ait renk değerleri standart sapmalarıyla beraber Çizelge 4.3' de verilmiştir. Çizelgeden de izlenebileceği gibi en yüksek L^* değerine 86.58 değeriyle A örneği (%4 yağlı kontrol) sahip olurken, en düşük L^* değerine de G örneği (%0.1 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) 83.74 değeriyle tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların renk değerleri

Yoğurtlar	L*	a*	b*
A	86.58±0.02[a]	-0.82±0.04[b]	9.08±0.06[d]
B	85.87±0.03[b]	-1.16±0.05[c]	9.65±0.09[bc]
C	85.65±0.07[b]	-1.11±0.02[c]	9.64±0.10[bc]
D	85.11±0.09[c]	-0.68±0.05[a]	9.54±0.14[c]
E	85.08±0.04[c]	-1.64±0.09[e]	10.05±0.08[a]
F	84.64±0.07[d]	-1.35±0.02[d]	9.96±0.10[ab]
G	83.74±0.12[e]	-0.77±0.0[4ab]	9.93±0.08[ab]

*: A: %4, tam yağlı kontrol; B: %1.8, yarım yağlı kontrol; C: %1.8 yağlı, %0.1 *Psyllium husk*; D: %1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk;* E: %0.1 yağlı kontrol; F: %0.1 yağlı, %0.1 *Psyllium husk* ve G: %0.1 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*
**: Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen değerler ilave edilen *Psyllium husk* oranına göre istatistiksel anlamda birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Süt, normal içerikli opal bir beyaz renktedir. Bunun nedeni, ışığın kalsiyum kazeinat ve tereyağı parçacıkları tarafından yansımasıdır. Sütün kıvrılmasından ayrılan peynir altı suyu sarı-yeşildir ve bu rengin pigment maddesini içeren riboflavinden gelir. Hayvanların türü ve etnik özellikleri ve yedikleri yem de renk üzerinde etkilidir. Genel olarak inekler, diğer ırklara göre daha fazla sarı süte sahiptir çünkü yemde daha fazla karoten transfer edebilirler. Sulu sütte, yağsız sütte ve düşük kuru maddeli sütte mavi görülebilir (Seo ve ark. 2009).

Parlaklık indikatörü olarak bilinen L^* değeri, skalada 100'e yaklaştıkça beyaz rengide artar, 0'a doğru gidildikçe ise siyah rengini gösterdiğini ifade etmişlerdir (Seo ve ark. 2009).

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların L^* değerlerinin değişimi Çizelge 4.3' de görülmektedir. Buradan da izlenebileceği gibi *Psyllium husk*'nın pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların üretiminde kullanımı yoğurtların L^* değerlerini düşürdüğü görülmüştür.

İstatistiksel analiz sonucunda yoğurt çeşidinin pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtlarda L^* değerine üzerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Bunun da yoğurtların yağ içeriğinden ve pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtlara ilave edilen *Psyllium husk*'nın sarımsı renginden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Psyllium husk ilaveli pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların a^* renk değerleri standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.3' de yer almaktadır. Bilindiği gibi renk değerlerindeki negatiflik sadece yön göstermektedir. Bu nedenle en yüksek a^* değerini -1.64 değeriyle E örneği (%0.1 yağlı kontrol) alırken, en düşük a^* değerine ise -0.77 G örneği (%0.1 yağlı % 0.3 *Psyllium husk*) ile almıştır. Yoğurt çeşidinin pıhtısı kırılmış yoğurtların a^* renk değerleri üzerine etkisi istatistiksel anlamda önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Örneklerin yağ oranı azalttıkça Riboflavinin oransal olarak artması nedeniyle yeşil rengin artması sonucu a^* renk değerlerinin arttığı *Psyllium husk* ilave oranı arttıkça a^* renk değerlerin düştüğü görülmüştür. G örneğinin (%0.1 yağlı % 0.3 *Psyllium husk*) a^* renk değerleri açısından istatiksel olarak E örneği (%0.1 yağlı kontrol) ile aynı grupta yer aldığı tespit edilmiştir.

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların b^* renk değerleri standart sapmalarıyla Çizelge 4.3' de görülmektedir. Çizelgeden de izlenildiği gibi en yüksek b^* renk değerini 10.05 değeri ile A örneği (%4 tam yağlı kontrol) alırken, en düşük değeri E örneği (%0.1 yağlı kontrol) 9.08 ile almıştır. Yoğurtlarda yağ ornaı azaldıkça sarı rengin arttığı belirlenirken, *Psyllium husk* ilavesinin sarı rengin bir miktar azalmasına neden saptanmıştır.

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda *Psyllium husk* ilavesinin pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların b^* değerleri üzerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Ayrıca A (%4 yağlı kontrol) numunesi B (%1.8 yarım yağlı kontrol), az yağlı kontrol numunesinden daha sarımsı olduğu bunun, yağ kontrol numunesindeki daha yüksek oranda (%4) süt yağından kaynaklandığına inanılmaktadır.

Cueva ve Aryana (2008), klasik yoğurtların L^* değerlerinin 93-94 arasında olduğunu ve lif içeren diğer yoğurtlarda bu değerin önemli ölçüde azaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca, depolama süresince renk değerlerinde önemli bir değişim meydana gelmediğini ve yoğurtlardaki lif içeriğinin arttırılması ile b^* değerinin artış gösterdiğini saptamışlardır.

Açıkgözoğlu (2008), hem nar hem de vişne konsantreleri ile hazırlanan yoğurtların L^* değeri üzerinde raf ömrünün önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Artan konsantrasyon oranı ile L^* değerinin düştüğü gözlemlenmiş ve düşüşün önemli olduğu tespit edilmiştir. Vişne konsantresi ile hazırlanan numunelerin, nar konsantresi ile hazırlanan numunelere göre daha düşük L^* değerlerine sahip olduğu belirtilmiştir ($p<0.01$).

Çayır (2007), Kayısı püresi oranının artmasıyla yoğurdun L^* (beyazlık) değerinin azaldığını, a^* ve b^* değerlerinin yükseldiğini bildirimiştir. Kayısı püresi ilavesinin yoğurdun L^*, a^* ve b^* değerlerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$).

Baladura (2011), bazı diyet lifleri ile üretilen çıtır yoğurtlar üzerine yaptığı çalışmada, kullanılan diyet lifi türünün depolama süresi ve L^* değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir ($p<0.05$).

Bartoo ve Badrie (2005), yoğurda katkı maddesi olarak eklenen elmaların, yoğurtta beyazlık (L^*) ve sarılık (b^*) değerlerinin azalmasına ve kırmızılık (a^*) değerlerinin artmasına neden olduğu gözlemlemişlerdir.

4.2. Pıhtısı Kırılmış Probiyotik Yoğurtların Fizikokimyasal Özellikleri

Üretilen pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt örneklerinin fizikokimyasal özelliklerine ait ortalama değerler standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.4' de verilmiştir.

Çizelge 4.4.a. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki fizikokimyasal özellikleri

Örnek*	Depolama (Gün)	pH	Titrasyon Asitliği (% L.A.)	Viskozite (cP)
A	1.	4.61±0.01^{a1}	0.781±0.015^{a3}	4340±100^{b1}
	11.	4.40±0.00^{a2}	0.874±0.015^{a2}	5165±40^{b1}
	21.	4.29±0.01^{a3}	0.945±0.020^{a1}	5206±50^{b1}
B	1.	4.62±0.02^{a1}	0.794±0.002^{a3}	3260±30^{c1}
	11.	4.42±0.00^{a2}	0.887±0.025^{a2}	3485±55^{c1}
	21.	4.30±0.01^{a3}	0.952±0.010^{a1}	3470±60^{c1}
C	1.	4.66±0.01^{a1}	0.772±0.008^{a3}	4420±20^{b1}
	11.	4.44±0.02^{a2}	0.864±0.020^{a2}	5358±12^{b1}
	21.	4.35±0.00^{a3}	0.931±0.012^{a1}	5884±15^{b1}
D	1.	4.68±0.00^{a1}	0.754±0.005^{a3}	6200±20^{a1}
	11.	4.47±0.00^{a2}	0.848±0.018^{a2}	7145±30^{a1}
	21.	4.37±0.02^{a3}	0.917±0.010^{a1}	7950±30^{a1}
E	1.	4.60±0.01^{a1}	0.802±0.009^{a3}	2120±40^{d1}
	11.	4.41±0.00^{a2}	0.895±0.015^{a2}	2508±42^{d1}
	21.	4.30±0.01^{a3}	0.960±0.004^{a1}	2406±62^{d1}
F	1.	4.70±0.00^{a1}	0.761±0.007^{a3}	3310±30^{c1}
	11.	4.51±0.02^{a2}	0.852±0.016^{a2}	3882±40^{c1}
	21.	4.40±0.01^{a3}	0.919±0.005^{a1}	4126±24^{c1}
G	1.	4.73±0.00^{a1}	0.744±0.006^{a3}	4270±30^{b1}
	11.	4.49±0.01^{a2}	0.839±0.014^{a2}	5166±14^{b1}
	21.	4.38±0.01^{a3}	0.901±0.007^{a1}	5745±20^{b1}

*: A: %4, tam yağlı kontrol; B: %1.8, yarım yağlı kontrol; C: %1.8 yağlı, %0.1 *Psyllium husk;* D: %1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk;* E: %0.1 yağlı kontrol; F: %0.1 yağlı, %0.1 *Psyllium husk* ve G: %0.1 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*

**: Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen değerler ilave edilen *Psyllium husk* oranına göre istatistiksel anlamda birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.4.b. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki fizikokimyasal özellikleri

Örnek*	Depolama (Gün)	**Serum Ayrılması (%)**	**Su Tutma Kapasitesi (%)**	**Su Aktivitesi (%)**
A	1.	30.61±0.21^{c1}	32.44±0.12^{c2}	0.980±.0020^{e1}
	11.	28.04±0.17^{c1}	36.61±0.17^{c12}	0.979±0.0010^{e1}
	21.	27.72±0.16^{c1}	38.35±0.25^{c1}	0.979±0.0010^{e1}
B	1.	33.74±0.24^{b1}	28.76±0.24^{d2}	0.86±0.0020^{cd1}
	11.	32.48±0.28^{b1}	30.41±0.29^{d12}	0.985±0.0020^{cd1}
	21.	31.86±0.30^{b1}	31.37±0.37^{d1}	0.985±0.0010^{cd1}
C	1.	30.93±0.07^{c1}	36.65±0.40^{b2}	0.985±0.0010^{d1}
	11.	28.17±0.08^{c1}	41.84±0.40^{b12}	0.983±0.0020^{d1}
	21.	27.01±0.09^{c1}	45.93±0.50^{b1}	0.983±0.0000^{d1}
D	1.	26.13±0.13^{d1}	44.57±0.42^{a2}	0.981±0.0010^{e1}
	11.	23.91±0.09^{d1}	49.71±0.30^{a12}	0.980±0.0020^{e1}
	21.	22.04±0.10^{d1}	53.02±0.60^{a1}	0.980±0.0000^{e1}
E	1.	37.70±0.17^{a1}	22.58±0.14^{e2}	0.990±0.0000^{a1}
	11.	36.05±0.35^{a1}	25.91±0.24^{e12}	0.990±0.0010^{a1}
	21.	36.12±0.20^{a1}	26.62±0.28^{e1}	0.990±0.0000^{a1}
F	1.	33.79±0.11^{b1}	30.83±0.23^{c2}	0.989±0.0010^{ab1}
	11.	32.06±0.04^{b1}	34.51±0.40^{c12}	0.988±0.0010^{ab1}
	21.	30.98±0.07^{b1}	38.13±0.22^{c1}	0.988±0.0000^{ab1}
G	1.	30.51±0.09^{c1}	33.22±0.41^{c2}	0.988±0.0000^{bc1}
	11.	29.23±0.07^{c1}	37.03±0.43^{c12}	0.986±0.0005^{bc1}
	21.	27.85±0.08^{c1}	41.65±0.52^{c1}	0.986±0.0000^{bc1}

*: A: %4, tam yağlı kontrol; B: %1.8, yarım yağlı kontrol; C: %1.8 yağlı, %0.1 *Psyllium husk*; D: %1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk;* E: %0.1 yağlı kontrol; F: %0.1 yağlı, %0.1 *Psyllium husk* ve G: %0.1 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*

**: Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen değerler ilave edilen *Psyllium husk* oranına göre istatistiksel anlamda birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

4.2.1. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince pH değerleri

pH, bize çözünmüş hidrojen iyonu konsantrasyonu hakkında bir fikir verir ve aktif asitliğin bir göstergesidir (Oysun, 1991).

Yoğurt yapımında kullanılan yoğurt bakterileri, fermantasyon esnasında ortamdaki süt şekerini parçalayarak laktik asit oluşturmakta ve pH'nın düşmesine neden olmaktadır. pH, istenilen değere ulaştığında kazeini pıhtılaştırmakta ve yoğurdun jel yapısını meydana getirmektedir. Fermentasyonu tamamlanan probiyotik yoğurtlarda, depolama süresi boyunca kullanılan kültür türüne bağlı olarak pH değeri farklılık göstermektedir (Donkor ve ark., 2006).

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt örneklerinin analizi sonucunda, yoğurdun depolama sırasındaki pH değeri ve standart sapması Çizelge 4.4.a 'da verilmiştir. Yoğurt örneklerinin pH'ı 4.61 ile 4.73 arasında değişmiştir. Ortalama pH incelendiğinde, depolama süresinin ilk gününde minimum değer 4.61, depolama süresinin ilk gününde maksimum değer 4.73'tür (Çizelge 4.4.a).

Yağ ikame maddesi olarak pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtlara *Psyllium husk* (Karnıyarık otu tohum kabuğu tozu) ilavesi pH değerlerinde bir miktar artmaya sebep olmuştur, uygulanan istatistiksel analiz sonucunda bu artma önemli ($p>0.05$) bulunmamıştır.

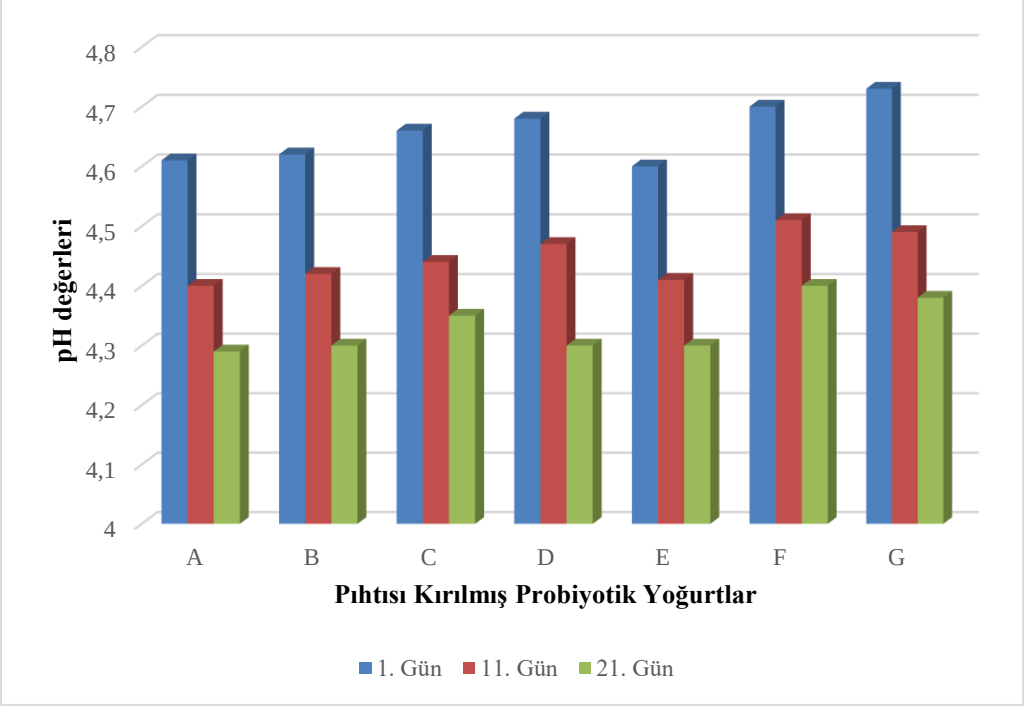
Yapılan çalışmada probiyotik yoğurtlara farklı oranlarda PAST (peynir altı suyu tozu) ve turunç ekstresi ilavesinin prebiyotik etkilerini belirlemek için numunelerin pH değerlerinin depolama süresince 4.13- 4.55 arasında değiştiği belirtilmiştir (Çevik, 2013).

Ravula ve Shah (1998), fermente sütlü tatlılarda asit kazein hidrolizatı ve sistein ilavesinin yoğurt bakterileri ve probiyotikler üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, pH değerini 4,45 ile 4,51 arasında bildirmişlerdir.

Çalışmamızda ölçülen pH değerlerinin farklı araştırıcılar tarafından bulunan pH değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Oluşan az miktardaki varyasyonun yoğurtların farklı kurumadde, yağ vb.değerlerine, farklı oranlarda ve türdeki bileşenlerin yağ ikamesi olarak kullanılmasına ve bileşenlerin (özellikle süt ve süt ürünleri) farklı pH değerlerine bağlı olduğuna inanılmaktadır.

Araştırmada üretilen pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların pH değerleri Çizelge 4.4.a' dan da görülebileceği gibi 4.29 ile 4.73 arasında değişiklik gösterirken, en yüksek pH değerine 4.73 ile G örneğinde (%0.1 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) depolamanın 1. gün analizinde en düşük pH değerine ise 4.29 ile A örneğinde (%0.1 yağlı kontrol) depolamanın 21. gün analizinde rastlanmıştır. Uygulanan istatistiksel analizler sonucunda pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların pH değerleri üzerine, yoğurt çeşidinin etkisi önemli bulunmazken, depolama süresinin etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Şekil 4.1' de görüldüğü üzere pH değerleri depolama süresi boyunca bakterilerin laktozu hidrolize etmesi nedeniyle azalma göstermiştir.



Şekil 4.1. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki pH değerleri

4.2.2. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince titrasyon asitliği değerleri

Fermente süt ve ürünlerinin asitliğini etkileyen en önemli değişkenlerden biri de laktoz fermantasyonunun derecesidir (Krasaekoopt ve ark., 2003).

Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde yoğurtların asitlik miktarının en düşük %0.6 ve en yüksek %1.5 laktik asit olması gerektiği ifade edilmiştir. Çalışmada üretilen tüm yoğurtların Çizelge 4.4.a' da da görüldüğü gibi asitlik değerlerinin tebliğe uygun olduğu gözlenmiştir. Nitekim pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların titrasyon asitliği (% laktik asit) değerleri standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.4.a' da gösterilmiştir. Çizelge 4.4.a' dan da görülebileceği gibi probiyotik yoğurtların asitlik değerleri %0.744 ile %0.802 arasında saptanmıştır. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt üretiminde yağ ikamesi olarak *Psyllium husk* (Karnıyarık otu tohum kabuğu tozu) ilavesinin pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların asitliğine etkisi istatistiksel anlamda önemli ($p>0.05$) çıkmamıştır. Bunun da ilave edilen *Psyllium husk* (Karnıyarık otu tohum kabuğu tozu)'ın az miktarda ve pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurdun asitliğini etkileyecek bir yapıda olmamasından kaynaklandığı söylenebilir.

Koyun sütünden ürettiği klasik yoğurtlarda ve *B. bifidum* kültürünü içeren probiyotik yoğurtlarda titrasyon asitliğinin, 15 günlük depolama süresi boyunca artış gösterdiğini bildirmiştir (Güler ve Akın, 2005). Yoğurtta β-glukan ilavesinin, depolama periyodunda titrasyon asitliğinin gelişimi üzerine önemli bir etkisinin bulunmadığını belirtmişlerdir (Sahan ve ark., 2008).

Dave ve Shah (1997a), *B. bifidum* ve *L. acidophilus* probiyotik kültürlerini içeren yoğurtların 35 günlük depolama boyunca titrasyon asitliği değerlerinin %0.82-0.84 laktik asit arasında kaldığını tespit etmişlerdir.

Ravula ve Shah (1998), fermente sütlü tatlılarda asidik kazein hidrolizatları ve sistein ilavesinin yoğurt bakterileri ve probiyotikler üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, titre edilebilir asitliği % 0.77-0.79 arasında bulmuşlardır.

Akın ve Akın (2016), yoğurtlara elma lifi katkısının yoğurdun asitlik değerini elma lifi oranıyla doğru orantılı olarak arttığını ve depolama süresince artmaya devam ettiğini bildirmişlerdir (Güven ve ark., 2005). Aynı şekilde eklenen katkı maddelerinin yoğurt örneklerinin titre edilebilir asitliğini arttırdığını ifade etmektedirler.

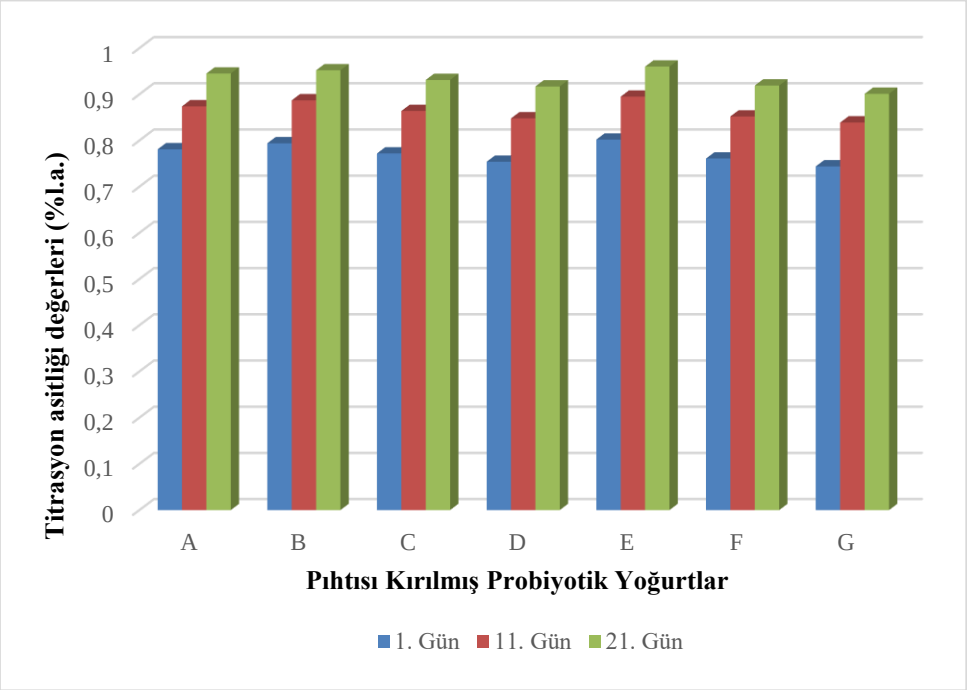
Çizelge 4.4.a' dan da görülebileceği gibi pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların titrasyon asitlikleri %0.744 ile %0.960 laktik asit arasında değişiklik göstermiştir. Titrasyon asitliği %0.960 laktik asit ile en yüksek E örneğinde (%0.1 yağlı kontrol) 21. gün analizinde, en düşük ise %0.744 ile G örneğinde (%0.1 yağlı kontrol %0.3 *Psyllium husk*) 1. gün analizinde saptanmıştır.

Uygulanan istatistiksel analizler sonucunda pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların titrasyon asitliği değerleri üzerine, yoğurt çeşidinin etkisi istatiksel açıdan önemli bulunmazken ($p<0.05$) depolama süresinin etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Şekil 4.4.a' da görüldüğü üzere titrasyon asitliği değerleri depolama süresi boyunca her örnekte artış göstermiştir. Bu sonuç pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtlarda ki bakterilerin soğukta depolama sırasında da düşük düzeyde de olsa metabolik aktivitelerini devam ettirmelerine bağlanabilir.

İstatiksel olarak önemli bulunmamasına rağmen, yoğurtların yağ içeriği azaldığında titrasyon asitliği değerleri arttığı; yağı azaltılmış yoğurtlarda *Psyllium husk* oranına bağlı olarak titre edilebilir asitliğin azaldığı görülmektedir.

Bu bulgunun, yağı azaltılmış yoğurtlarda kurumadde miktarının düşmesi ile birlikte a_w'nin bir miktar artması, *Psyllium husk* ilave edilen örneklerde ise suyun bağlanması nedeniyle a_w'nin düşmesi sonucunda bakterilerin aktivitesindeki azalmadan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.2. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki titrasyon asitliği değerleri

4.2.3. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince viskozite ölçümleri

Viskozite, sıvı veya gaz halindeki bir sıvının deformasyona karşı gösterdiği dirençtir. Başka bir deyişle, sıvı veya gaz halindeki bir akışkanın bir kısmının bitişik bir kısma göre yer değiştirmesine karşı dirence viskozite denir. Dilimizde hareketlilik olarak da bilinir. Viskozite, bir sıvının yüzey gerilimi altında deformasyona karşı direncinin bir ölçüsüdür. Akışkan akışına karşı iç direnç olarak da tanımlanabilir. Basit bir ifadeyle viskozite, akışa veya deformasyona direnmeyen bir özellik olan akışkanlığın tersidir. Yoğurt gibi fermente süt ürünlerinde viskozite, protein moleküler boyutu, net yük, çözünürlük, su absorpsiyonu, pH, sıcaklık, mineral miktarı ve kalınlaştırma esnasında proteinlere uygulanan ön işlem gibi faktörlerden etkilenir.

Viskozite kuvvet çarpı zamanın alana bölünmesidir. Bu nedenle viskozitenin birimi N.sec/m^2'dir.Yoğurtlarda viskozite değerlerinin, sütün fermantasyonu esnasında kazein misellerinin toplanması ve jel oluşumu ile alakalı olduğu bildirilmiştir (Yılmaz 2006; Özcan 2013; Yılmaz-Ersan ve ark., 2017).

Araştırmada üretilen pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların viskozitesi Çizelge 4.4.a' dan da görülebileceği üzere 2406-7950 cP arasında değişiklik göstermiştir. D örneği (%1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) depolamanın 21. gününde 7950 cP ile en yüksek viskoziteye ulaşırken, en düşük viskoziteye ise 2406 cP ile E örneği (%0.1 yağlı kontrol) depolamanın 21. gününde ulaşmıştır. Uygulanan istatistiksel analizler sonucunda pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların viskozite değerleri üzerine, yoğurt çeşidinin etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Viskozite üzerine etkili olan bileşenlerden bir tanesinin yağ olduğu bilinmektedir. Bu nedenle yağ içeriği azaltılmış yoğurtların viskozite değerleri yağlı kontrol örneğinden düşük olmuştur. *Psyllium husk* ilavesi ile serbest suyun hareketinin önlenmesi nedeniyle yoğurtlarda viskozitenin arttığı görülmektedir. *Psyllium husk* ilave edilen örneklerin viskozite değerlerinin yağlı kontrol örneğine yakın olduğu tespit edilmiştir.

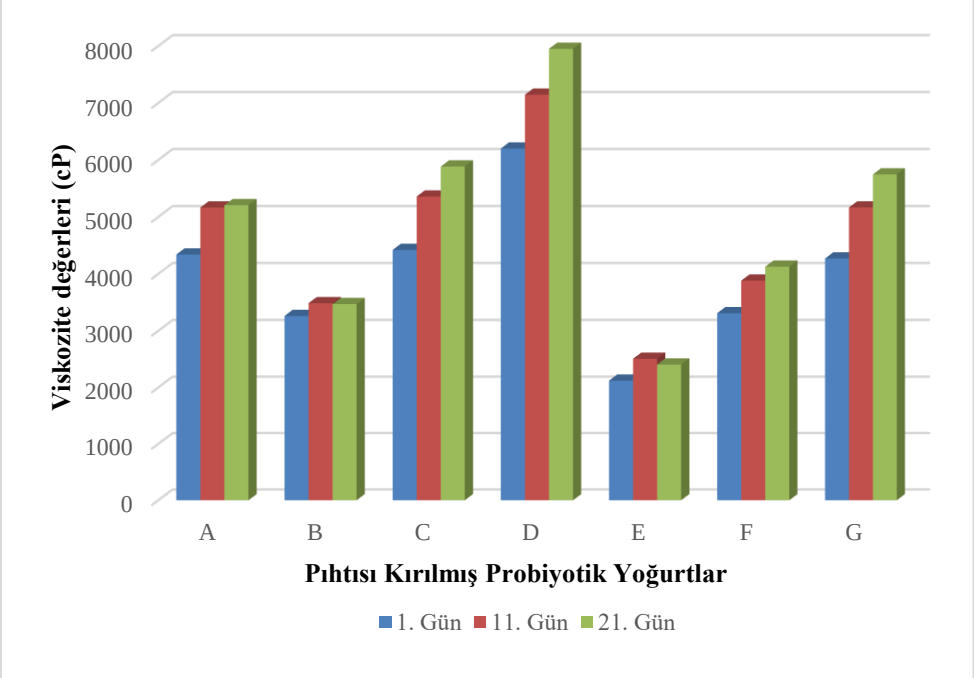
Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt üretiminde *Psyllium husk'*ın kullanımı ve kullanım oranlarının artması viskoziteyi etkilemiştir. Çizelge 4.4.a' dan izlenebildiği gibi *Psyllium husk'*ın kullanılmadığı E örneği (%0.1 yağlı kontrol) en düşük viskozite değerlerini almıştır. Bu da *Psyllium husk'*ın pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt üretiminde kullanımının istenilen viskoziteyi sağlayabileceğini göstermektedir.

Sahan ve ark., (2008), 15 günlük depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite değerlerinin sürekli olarak artış gösterdiğini gözlemlemiş olup viskozite değerlerinin, β-glukan içeren yağsız yoğurtlarda 2700-6000 cP, β-glukan içermeyen yağsız yoğurtlarda ise 2500-4000 cP arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Vasiljevic ve ark., (2007), yoğurtlardaki arpa kaynaklı β-glukan konsantrasyonunun arttırılması ile viskozite değerlerinin de artış gösterdiğini belirtmişlerdir.

Cueva ve Aryana (2008), %60 oranında tiamin, riboflavin, niasin, folik asit, mangan ve magnezyum katkılı diyet lifleri içeren yoğurtların viskozite değerlerinin, lif içermeyen yoğurtlara göre önemli ölçüde yüksek bulunduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca depolamanın başlangıcında yoğurtların viskozitelerinde fazla bir değişiklik gözlenmezken, depolama süresinin sonuna doğru viskozitenin arttığı ve 21. günde en yüksek viskoziteye ulaşıldığı bildirilmiştir.

Akalın (2002), probiyotik kültür olarak *B. animalis* ve *B. longum*, prebiyotik olarak fruktooligosakkaritlerin kullanıldığı yoğurtların viskozite değerlerinin, prebiyotik içermeyen ve *B. animalis*'in tek başına kullanıldığı yoğurdun viskozitesinden daha yüksek olduğunu saptamıştır.



Şekil 4.3. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki viskozite değerleri

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların 21 günlük depolama süresince viskozite değerlerindeki değişimler ve standart sapmaları Çizelge 4.4.a ve Şekil 4.3' te gösterilmiştir. Çizelgeden izlenebileceği gibi bütün pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların viskozite değerlerinin depolama süresince bir miktar arttığı gözlenmiştir. Ancak istatiksel olarak depolama süresinin viskoziteye etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmamıştır.

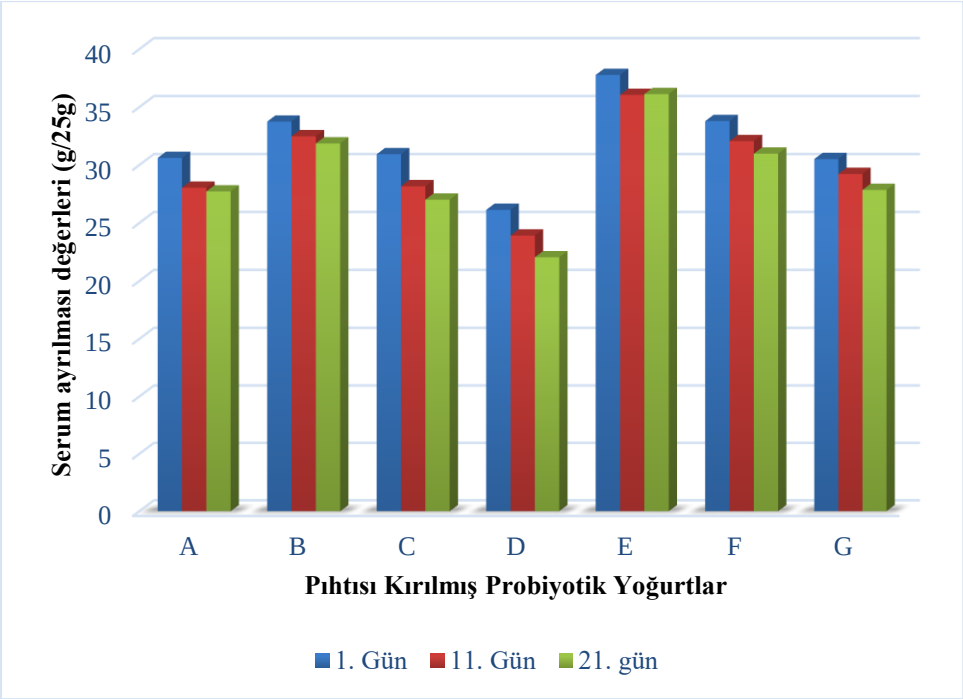
4.2.4. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince serum ayrılması miktarları

Yoğurttaki pıhtısının stabilitesini belirlemek için serum ayrılması önemli bir özelliktir. Yoğurt yapısındaki kazein moleküllerine uzun zincirli polisakkaritler bağlanarak, yoğurttaki pıhtının su tutma kapasitesini arttıran misel bir yapı oluşur. Pıhtının zayıflaması zamanla yapının su salmasına ve serum ayrılmasına neden olur (Vasiljevic ve ark., 2007).

Yoğurt çeşidinin örneklerinin serum ayrılması değerlerini önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir ($p<0.05$). Yoğurtlarda yağ içeriğinin azalması ile birlikte pıhtının zayıflaması sonucunda serum ayrılmasının arttığı görülmektedir. Bununla birlikte yağı azaltılmış yoğurtlara ilave edilen *Psyllium husk* oranı arttıkça serbest suyun bağlanması sonucunda serum ayrılması değerlerinin azaldığı ve C (%1.8 yağlı, %0.1 *Psyllium husk*) ve G (%0.1 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) örneklerinin istatiksel olarak yağlı kontrol örneği ile aynı grupta yer aldığı tespit edilmiştir. Bu sonuç *Psyllium husk'*ın pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtlarda yağ ikamesi olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Yoğurtlarda yüksek asitlik, serum ayrılmasını arttıran önemli bir etmendir. Bu nedenle, 4.4.b' de izlenebileceği gibi depolama süresi boyunca D (%1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) grubu örneklerindeki serum ayrılması, diğer yoğurt örneklerinden daha düşük saptanmıştır.

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama periyodundaki serum ayrılması miktarlarının değişimi Çizelge 4.4.b' de verilmiştir. Depolama süresince pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların serum ayrılması miktarlarında E örneği hariç (%0.1 yağlı kontrol) düzenli bir azalma gözlenmiş olmakla birlikte bu azalma istatistiksel olarak önemsiz ($p<0.05$) bulunmuştur. Probiyotik yoğurtlarda en yüksek serum ayrılması miktarı E örneğinde (%0.1 yağlı kontrol) %37.77 ile 1. gün analizlerinde, en düşük ise D örneğinde (%1.8 yağlı, % 0.3 *Psyllium husk*) %22.04 ile 21. gün analizlerinde saptanmıştır. Bununla beraber depolama ilerledikçe *Psyllium husk* ilaveli probiyotik yoğurtlardaki kumlu yapının iyileştiği ve sertliğinin arttığı gözlenmiştir.



Şekil 4.4. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki serum ayrılması değerleri

Bir çalışmada, pirinç sütü ilavesi ile yapılan probiyotik yoğurtlarda pirinç sütü oranının yükseltilmesiyle sineresisin arttığı ve depolama süresi ilerledikçe azalma gösterdiği bildirilmiştir (Uzuner, 2012).

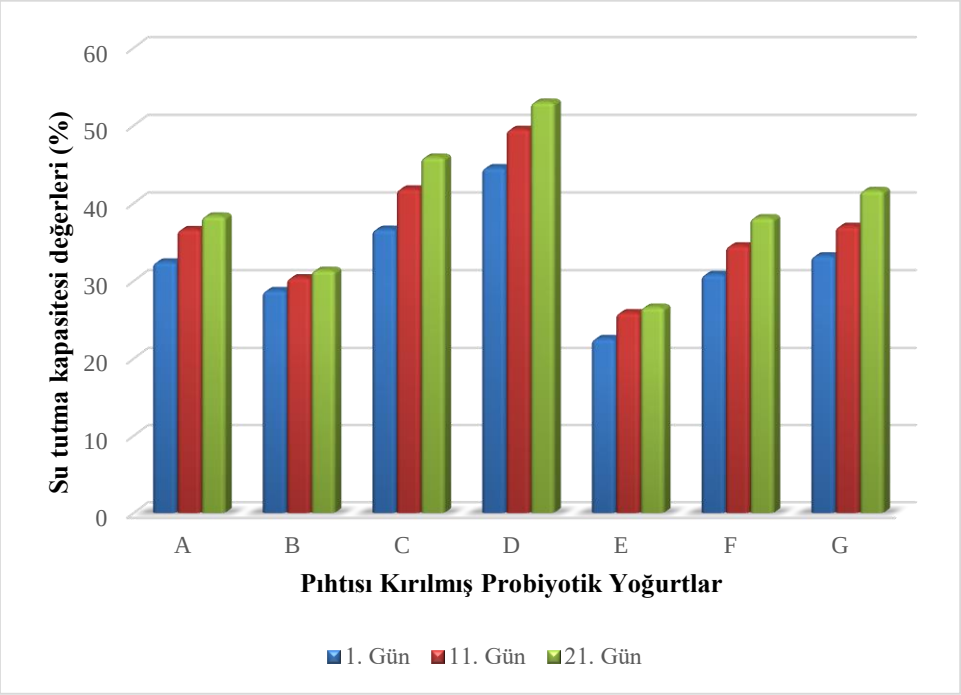
Ceviz, antep fıstığı, fındık, badem gibi sert kabukluların katkısı ile üretilen yoğurtlarda, badem katkılı örneklerde serum ayrılması değerleri azalma gösterirken diğer örnekler ise artmaya yönelik değerler elde edildiği belirtilmiştir (Öztürkoğlu, Budak ve ark., 2016).

4.2.5. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince su tutma kapasitesi miktarları

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi miktarları Çizelge 4.4.b' de verilmiştir. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtlarda en yüksek su tutma kapasitesi miktarının D örneğinde (%1.8 yağlı, % 0.3 *Psyllium husk*) %53.02 ile 21. gün analizinde, en düşük miktar ise E örneğinde (%0.1 yağlı kontrol) %22.58 ile 1. gün analizinde saptanmıştır.

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtlarda yağ içeriğinin azalması ile birlikte viskozite ve serum ayrılması parametrelerinde açıklanan sebeplere bağlı olarak su tutma kapasitesinin azaldığı, buna karşılık *Psyllium husk* ilave edilen yoğurtlarda ise arttığı saptanmıştır ve yoğurt çeşidinin örneklerin su tutma kapasitesine etkisi istatiksel olarak anlamlı ($p<0.05$) bulunmuştur.

Süt pıhtı jellerinde depolama sırasında proteinler arasındaki bağların yeniden düzenlenmesi sonucu, depolama süresi boyunca su tutma kapasitelerinin arttığı birçok araştırmalar tarafından bildirilmiştir.

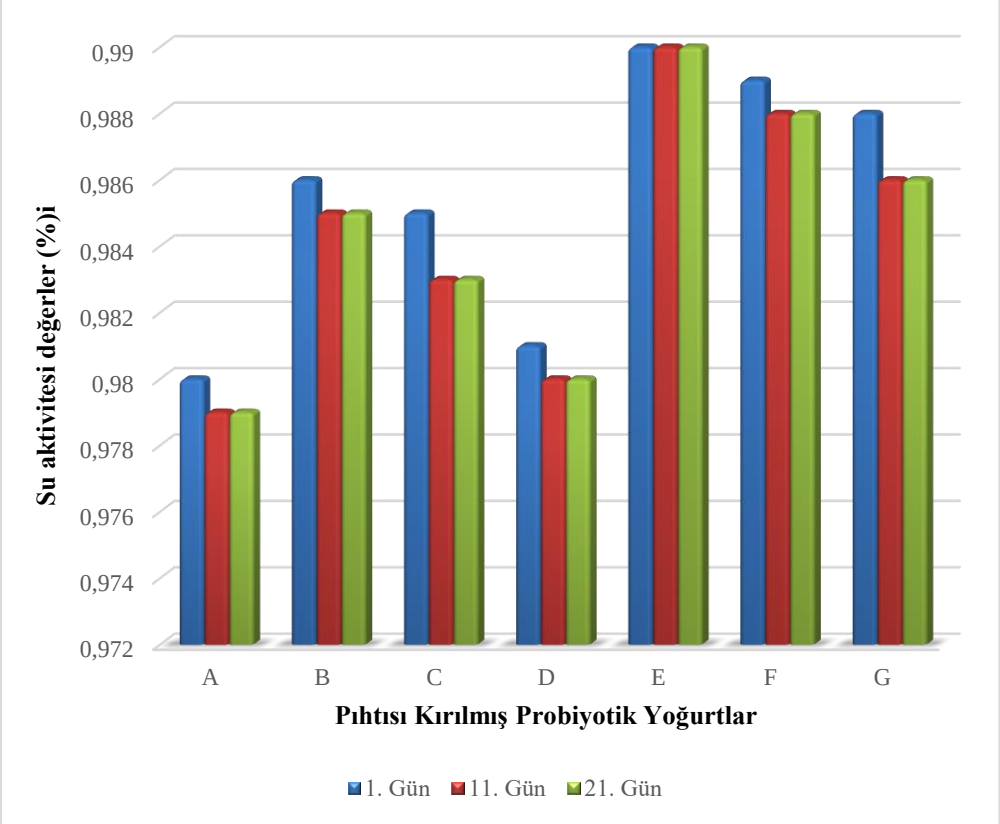


Şekil 4.5. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki su tutma kapasitesi değerleri

4.2.6. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince su aktivitesi değerleri

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt örneklerinin su aktivitesi değerleri Çizelge 4.4.b' de verilmiştir. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt örneklerinde en yüksek su aktivitesi değeri E örneğinde (%0.1 yağlı kontrol) 0.990 ile, en düşük su aktivitesi değeri ise A örneğinde (%4 yağlı kontrol) 0.979 ile depolamanın 11. ve 21. günde

saptanmıştır. Yoğurt çeşidinin örneklerin a_w değerlerine etkisi istatiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Yoğurtların yağ içeriğindeki azalmanın örneklerin kurumaddesini düşürmesine bağlı olarak a_w değerlerinde artışa neden olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca *Psyllium husk* ilavesi ile yoğurtlardaki serbest suyun bağlanması nedeniyle örneklerin a_w değerlerinde bir miktar düşüş olduğu tespit edilmiştir. Çizelgeden de izlenebileceği gibi D yoğurdu (%1.8 yağlı, % 0.3 *Psyllium husk*) istatiksel olarak A (%4 yağlı kontrol) yoğurdu ile aynı grupta yer almıştır. Depolama süresi boyunca yoğurtların a_w değerlerinde önemli değişiklik olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).



Şekil 4.6. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki su aktivitesi değerleri

4.3. Pıhtısı Kırılmış Probiyotik Yoğurtların Tekstür Profil Analizleri (TPA) Özellikleri

Çizelge 4.5.a. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki tekstür profil analizleri (TPA) sonuçları

Örnek*	Depolama (Gün)	Sertlik (N)	İç Yapışkanlık (mj)	Dış Yapışkanlık (mj)
A	1.	22.63±0.16^{bc2}	0.719±0.002^{c1}	-69.59±0.50^{ab1}
	11.	23.84±0.17^{bc12}	0.724±0.002^{c1}	-77.43±0.43^{ab1}
	21.	24.01±0.21^{bc1}	0.725±0.001^{c1}	-78.19±0.39^{ab1}
B	1.	18.42±0.25^{de2}	0.731±0.003^{b1}	-46.45±0.45^{c1}
	11.	19.56±0.18^{de12}	0.74±0.004^{b1}	-49.87±0.37^{c1}
	21.	19.62±0.23^{de1}	0.74±0.001^{b1}	-48.74±0.50^{c1}
C	1.	22.34±0.30^{b2}	0.687±0.001^{d1}	-61.74±0.06^{b1}
	11.	26.07±0.40^{b12}	0.701±0.001^{d1}	-70.67±0.13^{b1}
	21.	28.11±0.50^{b1}	0.709±0.001^{d1}	-75.81±0.09^{b1}
D	1.	25.48±0.35^{a2}	0.665±0.001^{e1}	-68.98±0.10^{a1}
	11.	30.57±0.44^{a12}	0.679±0.001^{e1}	-80.17±0.10^{a1}
	21.	32.97±0.37^{a1}	0.685±0.001^{e1}	-87.43±0.07^{a1}
E	1.	16.75±0.15^{e2}	0.762±0.003^{a1}	-24.41±0.15^{e1}
	11.	17.81±0.21^{e12}	0.781±0.003^{a1}	-26.08±0.28^{e1}
	21.	17.88±0.30^{e1}	0.778±0.002^{a1}	-25.11±0.31^{e1}
F	1.	18.51±0.28^{cd2}	0.734±0.001^{b1}	-36.77±0.10^{d1}
	11.	21.04±0.44^{cd12}	0.750±0.001^{b1}	-41.04±0.06^{d1}
	21.	23.97±0.38^{cd1}	0.756±0.001^{b1}	-44.99±0.11^{d1}
G	1.	19.60±0.35^{c2}	0.720±0.001^{b1}	-45.88±0.10^{c1}
	11.	23.46±0.34^{c12}	0.739±0.001^{b1}	-52.09±0.11^{c1}
	21.	25.11±0.35^{c1}	0.751±0.001^{b1}	-56.73±0.07^{c1}

*: A: %4, tam yağlı kontrol; B: %1.8, yarım yağlı kontrol; C: %1.8 yağlı, %0.1 *Psyllium husk;* D: %1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk;* E: %0.1 yağlı kontrol; F: %0.1 yağlı, %0.1 *Psyllium husk* ve G: %0.1 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*

**: Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen değerler ilave edilen *Psyllium husk* oranına göre istatistiksel anlamda birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.5.b. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki tekstür profil analizleri (TPA) sonuçları

Örnek*	Depolama (Gün)	Kıvam	Elastikiyet (mm)	Sakızımsılık (N)
A	1.	37.51 ± 0.40^{cd2}	0.929 ± 0.001^{a1}	16.27 ± 0.24^{b2}
	11.	42.18 ± 0.30^{cd12}	0.941 ± 0.003^{a1}	17.26 ± 0.26^{b1}
	21.	43.07 ± 0.45^{cd1}	0.942 ± 0.002^{a1}	17.41 ± 0.21^{b1}
B	1.	34.47 ± 0.41^{d2}	0.904 ± 0.002^{bc1}	13.47 ± 0.16^{cd2}
	11.	38.11 ± 0.30^{d12}	0.910 ± 0.002^{bc1}	14.47 ± 0.21^{cd1}
	21.	38.29 ± 0.40^{d1}	0.910 ± 0.001^{bc1}	14.52 ± 0.18^{cd1}
C	1.	41.13 ± 0.05^{b2}	0.918 ± 0.003^{ab1}	15.35 ± 0.15^{b2}
	11.	48.38 ± 0.10^{b12}	0.930 ± 0.003^{ab1}	18.28 ± 0.32^{b1}
	21.	53.22 ± 0.11^{b1}	0.935 ± 0.003^{ab1}	19.93 ± 0.23^{b1}
D	1.	50.81 ± 0.10^{a2}	0.928 ± 0.003^{a1}	16.94 ± 0.24^{a2}
	11.	61.09 ± 0.09^{a12}	0.940 ± 0.004^{a1}	21.26 ± 0.20^{a1}
	21.	66.17 ± 0.07^{a1}	0.949 ± 0.003^{a1}	22.58 ± 0.42^{a1}
E	1.	30.09 ± 0.29^{e2}	0.927 ± 0.057^{c1}	12.76 ± 0.14^{d2}
	11.	32.27 ± 0.27^{e12}	0.881 ± 0.002^{c1}	13.91 ± 0.17^{d1}
	21.	32.03 ± 0.23^{e1}	0.880 ± 0.003^{c1}	13.91 ± 0.20^{d1}
F	1.	34.66 ± 0.10^{cd2}	0.890 ± 0.002^{c1}	13.59 ± 0.19^{bc2}
	11.	39.98 ± 0.07^{cd12}	0.899 ± 0.003^{c1}	16.28 ± 0.27^{bc1}
	21.	41.78 ± 0.08^{cd1}	0.901 ± 0.003^{c1}	18.12 ± 0.22^{bc1}
G	1.	37.62 ± 0.10^{c2}	0.904 ± 0.003^{bc1}	14.11 ± 0.25^{b2}
	11.	43.14 ± 0.06^{c12}	0.915 ± 0.002^{bc1}	17.34 ± 0.34^{b1}
	21.	46.99 ± 0.10^{c1}	0.920 ± 0.003^{bc1}	18.86 ± 0.30^{b1}

*: A: %4, tam yağlı kontrol; B: %1.8, yarım yağlı kontrol; C: %1.8 yağlı, %0.1 *Psyllium husk*; D: %1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk;* E: %0.1 yağlı kontrol; F: %0.1 yağlı, %0.1 *Psyllium husk* ve G: %0.1 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*

**: Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen değerler ilave edilen *Psyllium husk* oranına göre istatistiksel anlamda birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların tekstür profil analizleri (TPA); iç yapışkanlık, sertlik, kıvam, sakızımsılık, dış yapışkanlık ve elastikiyet değerleri olmak üzere altı farklı parametre şeklinde değerlendirilmiş olup elde edilen veriler Çizelge 4.5'te sunulmuştur.

4.3.1. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince sertlik (hardness) değerleri

Sertlik, gıdanın bünyesinde belirli bir miktar deformasyon oluşturmak için tatbik edilmesi gereken kuvvet şeklinde tanımlanır ve yoğurtlarda önemli kalite ölçütlerinden biridir. Sertlik, yoğurda ilk sıkıştırmada tekstür olarak tatbik edilen maksimum güç olarak tanımlanırken; duyusal olarak, yiyeceğin dişler veya dil arasında sıkıştırılarak bir miktar deformasyon veya aşınma sağlaması için gereken damak kuvveti olarak yorumlanır (Özcan ve Yıldız, 2016).

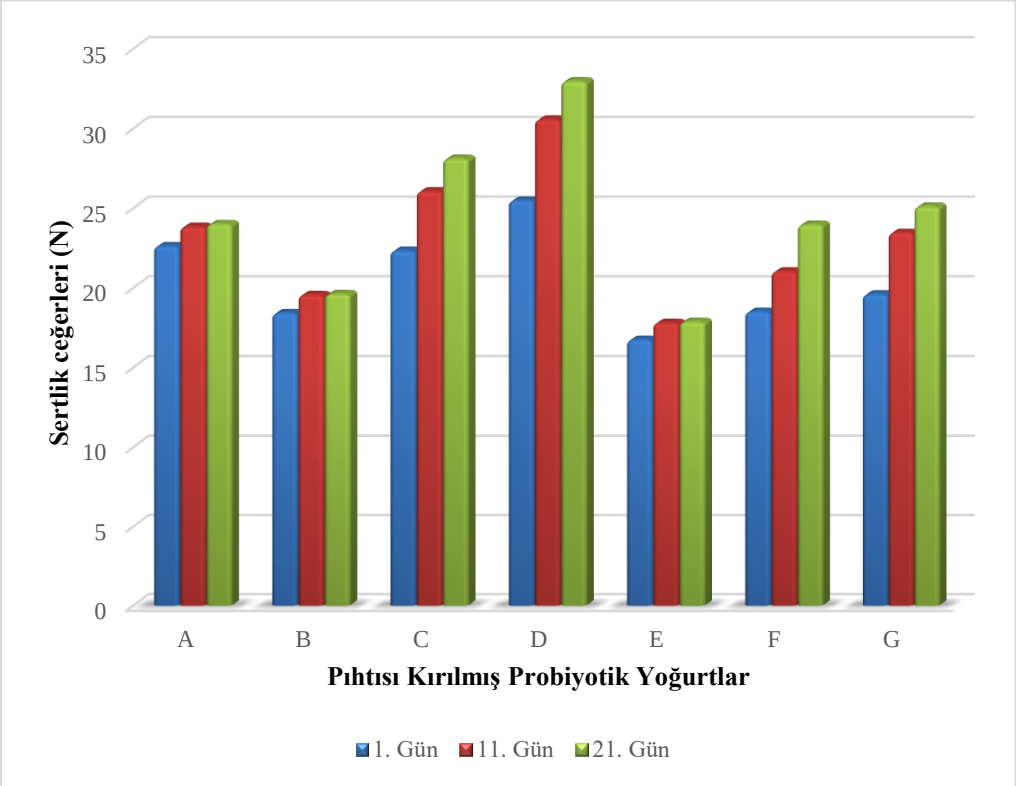
Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtlarda ölçülen sertlik değerleri ortalamalar olarak Çizelge 4.5.a' da verilmiştir. Çizelgeden izlenebileceği gibi en yüksek sertlik değerini 32.97 ile depolamanın 21. gününde D (%1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) örneği alırken, en düşük sertlik değerini ise 16.75 ile depolamanın 1.gününde E (%0.1 yağlı kontrol) örneği almıştır. Yoğurt çeşidinin pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların sertliğine etkisi istatistiksel anlamda önemli ($p<0.05$) olmuştur. Çizelgeden izlenebileceği gibi yağ içeriğinin azaltılması yoğurtların daha sert bir yapıda olmasına neden olmuştur. Ağ yapıda tutulan yağ yoğurtların daha yumuşak olmasını sağlamaktadır. Buna karşılık yağsız yoğurtlara ilave edilen *Psyllium husk*' ın yapıyı daha yumuşak hale getirdiği ve jele yağlı yoğurt jeline benzer bir özellik kazandırdığı belirlenmiştir. Nitekim C (%1.8 yağlı, %0.1 *Psyllium husk*) ve F (%0.1 yağlı, %0.1 *Psyllium husk*) örneklerinin sertlik değerlerinin a örneğine oldukça yakın olduğu tespit edilmiştir.

Depolama süresi boyunca örneklerin sertlik değerlerinin asit jellerinde depolama sırasında oluşan yeni bağlardan dolayı arttığı ve bu artışın istatiksel olarak da anlamlı olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

Curti ve ark., (2017), değişik oranlarda kinoa unu katkılı yoğurtların tekstürel ve kimyasal niteliklerini incelemiş ve yoğurda kinoa unu ilavesinin %1.0 ve %3.0 gibi düşük miktarlarda olması durumunda yoğurdun sıkılık değerine pozitif etkisi olduğu bildirilmiştir.

Sodini ve ark., (2004), Uzun süreli depolama süresinin, yoğurdun asitliğinin artmasına bağlı olarak ve kazeinin su tutma kapasitesi nedeniyle, yoğurdun sertliği ve serumdan ayrılması gibi bazı tekstürel özellikler üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Serum proteinlerinin denatürasyon derecesine ve ısıl işlemin ciddiyetine göre, su tutma kapasitesi belirli bir seviyeye yükseldikçe sertliğin arttığı ve depolama sırasında kıvamında arttığı bununla beraber düşük asitliğin, sertliği olumsuz yönde etkileyen proteinin yetersiz su tutma kapasitesine yol açtığı belirlenmiştir (Atamer ve Sezgin, 1986).

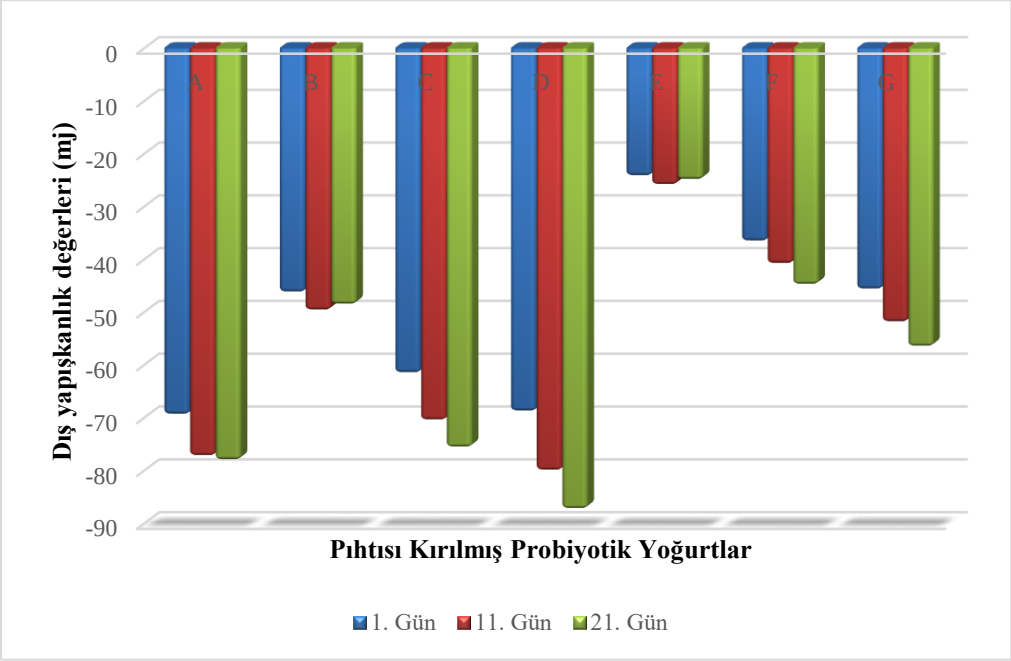


Şekil 4.7. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki sertlik değerleri

4.3.2. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince dış yapışkanlık (adhesiveness) değerleri

Dış yapışkanlık, gıdanın damak, diş gibi belirli bir yüzeye yapışması durumunda bunu çıkarmak ya da ayırmak için sarf edilen kuvvet şeklinde tanımlanabilir.

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların dış yapışkanlık ölçümleri Çizelge 4.5.a' da görülmektedir. Çizelgeden de izlenebileceği en düşük dış yapışkanlık değerleri -24.41 mj ile E (%0.1 yağlı kontrol) yoğurtlarında depolamanın 1. gün analizlerinde ölçülürken, en yüksek değer ise -87.43 mj ile D (%1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) yoğurtlarında 21. gün analizlerinde ölçülmüştür. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların dış yapışkanlık değerlerine yoğurt çeşidinin etkisi istatistiki anlamda önemli ($p<0.05$) olmuştur. Yağ içeriğinin azaltılması örneklerin dış yapışkanlık değerini düşürürken, *Psyllium husk* ilavesi artırmıştır. Yağlı kontrole en yakın dış yapışkanlık değerine C (%1.8 yağlı, %0.1 *Psyllium husk*) örneğinin sahip olduğu belirlenmiştir.



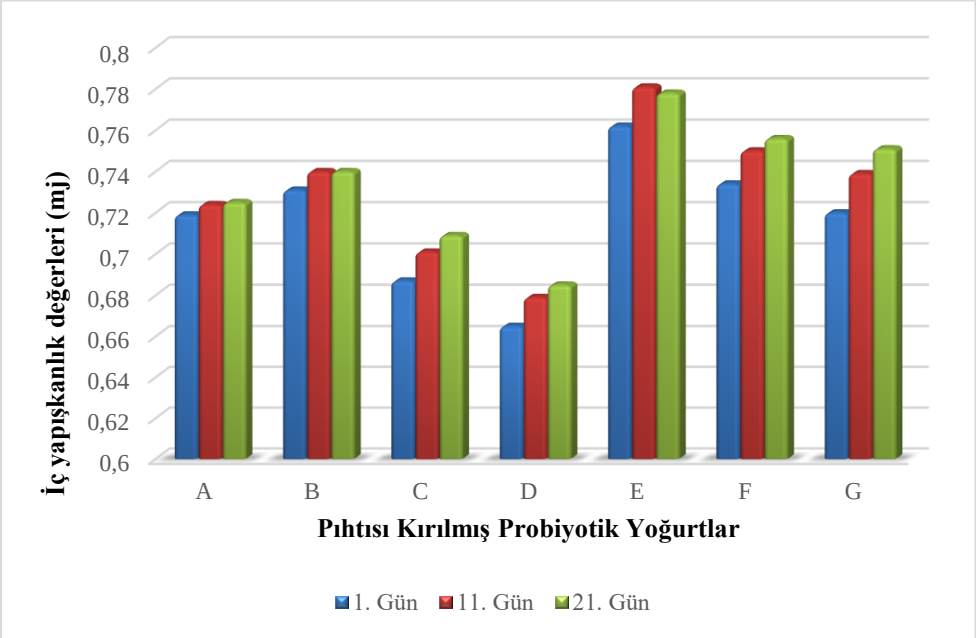
Şekil 4.8. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki dış yapışkanlık değerleri

Depolama süresi boyunca yoğurtların dış yapışkanlık değerleri bir miktar artmış olmasına rağmen bu artış istatiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

4.3.3. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince iç yapışkanlık (cohesiveness) değerleri

İç yapışkanlık, gıdanın ağızda parçalanmadan önceki deformasyon derecesi veya gıdanın iç yapışma direnci olarak tanımlanır. Tekstür analizlerinde, ikinci sıkıştırmadan sonraki pozitif alanın, uygulanan ilk sıkıştırmadan sonraki pozitif alana oranıdır. İç viskozite, Yoğurtta güçlü bir bağ oluşumunun göstergesi olan iç yapışkanlık aynı zamanda yoğurdun yapısal bütünlüğü açısından da önemlidir. İç yapışkanlığın yüksek olması arzu edilen bir durumdur ve yoğurdun kuvvetli bir yapıya sahip olduğunun göstergesidir (Özcan, 2013).

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtlarda ölçülen iç yapışkanlık değerleri Çizelge 4.5.a' da verilmektedir. Çizelgeden görülebileceği gibi en yüksek iç yapışkanlık değeri 0.781 ile E örneğinde (%0.1 yağlı kontrol) depolamanın 11. gününde ölçülürken, en düşük değer ise 0.665 ile D örneğinde (%1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) depolamanın 1. gününde ölçülmüştür. Yoğurt çeşidi örneklerin iç yapışkanlık değerini önemli ($p<0.05$) düzeyde etkilemiştir. Yağı azaltılan yoğurtlarda protein miktarının oransal olarak artması ve ağ yapıda tutulan yağın düşük olmasından dolayı daha sıkı bir protein jeli oluşurken, *Psyllium husk* ilavesi ile serbest suyun yapıda tutulması nedeniyle proteinler arasındaki iç bağların daha gevşek olması sonucu iç yapışkanlık değerleri düşmüştür. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda depolama süresinin yoğurtların iç yapışkanlığına üzerine etkisi önemsiz ($p>0.05$) olmuştur.



Şekil 4.9. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki iç yapışkanlık değerleri

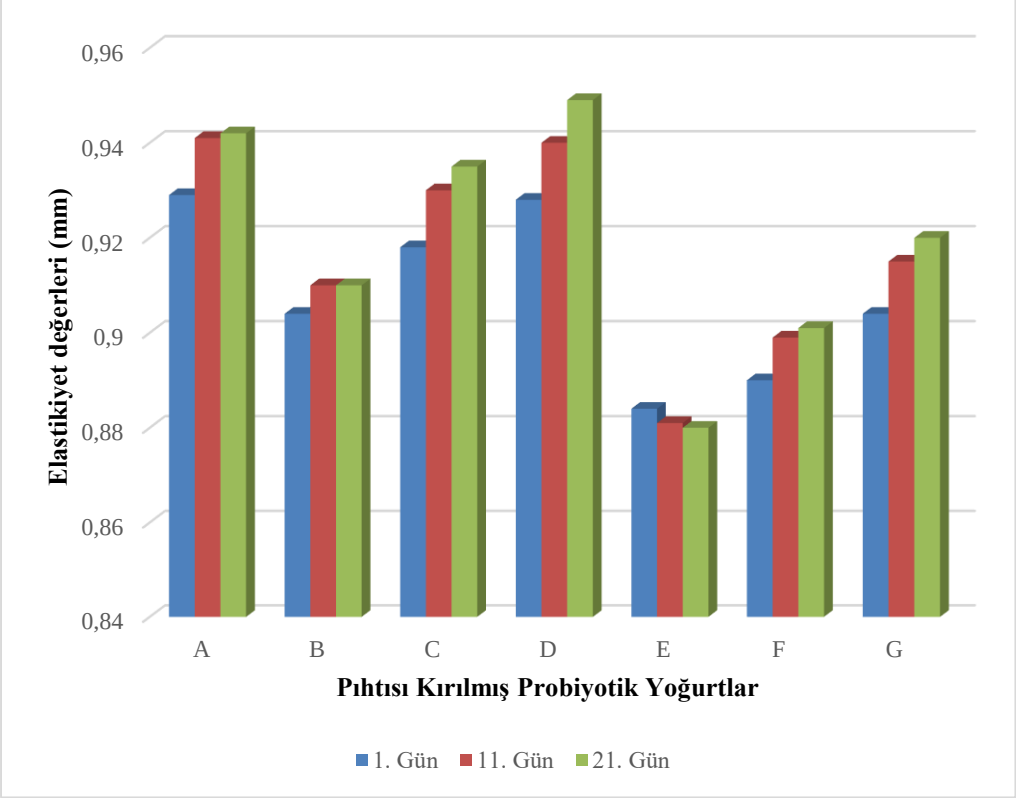
4.3.4. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince elastikiyet (springiness) değerleri

Elastikiyet, bir yapının malzemeye uygulanan deformasyon kuvveti kaldırıldıktan sonra eski haline dönme miktarı olarak da yorumlanır (Ertaş ve Doğruer, 2010; Eren, 2016; Kutlu, 2018). Diğer bir deyişle, gıda maddesi katı ise ağızda azı dişleri arasında, yarı katı ise dil ile damak arasına yerleştirilip bir miktar sıkıştırıldıktan sonra baskının kaldırılması ile birlikte meydana gelen iyileşme miktarı ve hızı bize elastikiyeti anlatmaktadır.

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtlarda ölçülen elastikiyet değerleri ortalamalar olarak Çizelge 4.5.b' de görülmektedir. Buradan izlenebileceği üzere en yüksek elastikiyet değeri 0.949 mm ile D örneğinde (%1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) depolamanın 21. gün analizlerinde ölçülürken, en düşük değeri ise 0.880 mm ile E örneğinde (%0.1 yağlı kontrol) yine depolamanın 21. gün analizlerinde ölçülmüştür. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda yoğurt çeşidinin pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların elastikiyetlerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Kontrol pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların bakıldığında yağ içeriği düşük olan yavan (%0.1 yağlı) ve yarım yağlı (%1.8 yağlı) pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtlarda, Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların A (%4) yağlı olanlarında daha düşük elastikiyet değerlerini ölçülmüştür. Bu yoğurdun bileşiminde yer alan süt yağının elastikiyet değerlerine olumlu katkılar yaptığı açıkça görülmektedir. Nitekim en yüksek elastikiyet değeri de A (%4) yağlı almıştır. Çizelge 4.5.b' den izlenildiği gibi *Psyllium husk* ilaveli pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların da yağlı kontrol örneğine yakın elastikiyet değerleri alması, ilave edilen *Psyllium husk*'ın yağ ikamesi gibi bir davranış sergilediğini düşündürmektedir.

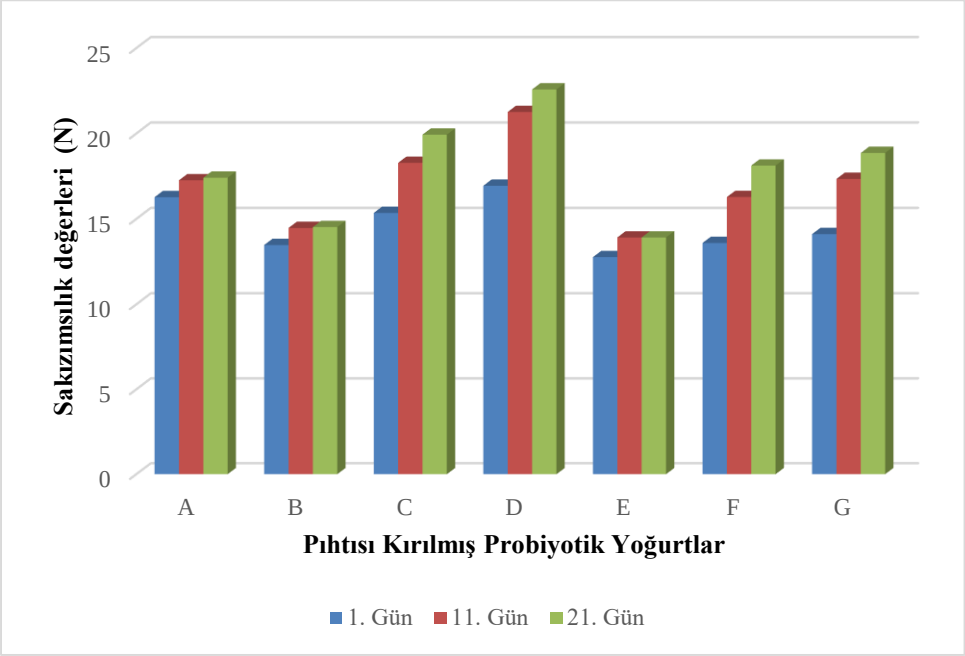
Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların 21 günlük depolama süreçlerindeki elastikiyet ölçümlerinin değişimi Şekil 4.10'dan izlenebilir. Şekilden görülebileceği gibi yoğurtların hepsinde elastikiyet değerlerinin muhafaza esnasında düzenli bir artış gözlenmekle birlikte depolamanın yoğurtların elastikiyetlerine etkisi istatistiksel anlamda önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.



Şekil 4.10. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki elastikiyet değerleri

4.3.5. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince sakızımsılık (gumminess) değerleri

Sakızımsılık, dil ile damağa doğru işlenen ürüne parçalamak için uygulanan kuvveti ve yiyecek parçalanmadan önce gerekli olan manipülasyon miktarını değerlendirmektir. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların sakızımsılık değerleri ait ölçümler Çizelge 4.5.b' de verilmiştir. Buradan izlenebildiği gibi en yüksek sakızımsılık değeri 22.58 N ile D örneğinde (%1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) depolamanın 21. gün analizinde ölçülürken, en düşük değer ise 12.76 N ile E örneğinde (%0.1 yağlı) depolamanın ilk gününde ölçülmüştür. Uygulanan istatistiksel analizler sonucunda yoğurt çeşidinin pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların sakızımsılık özelliklerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Yağ içeriklerinin azaltılması örneklerin sakızımsılık değerlerinin düşmesine neden olurken, *Psyllium husk* ilavesi daha yumuşak bir jel yapı oluşturarak sakızımsılık değerlerini arttırmıştır. Özellikle F (%0.1 yağlı, %0.1 *Psyllium husk*) ve G (%0.1 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) örneklerinin yağlı kontrol örneğine yakın değerler olarak A (% 4 yağlı kontrol) örneği ile aynı istatiksel grupta yer alması *Psyllium husk*'ın yağ ikamesi olarak kullanılabileceğini düşündürmektedir.



Şekil 4.11. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki sakızımsılık değerleri

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların 21 günlük depolama süreçlerindeki sakızımsılık değerlerinin seyri Şekil 4.11'de verilmektedir. Şekilden de görülebileceği gibi yoğurtların sakızımsılık değerleri depolama boyunca sürekli olarak bir artma izlenmiştir. Depolamanın pıhtısı kırılmış pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların sakızımsılık özelliklerine etkisi istatistiksel manada önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

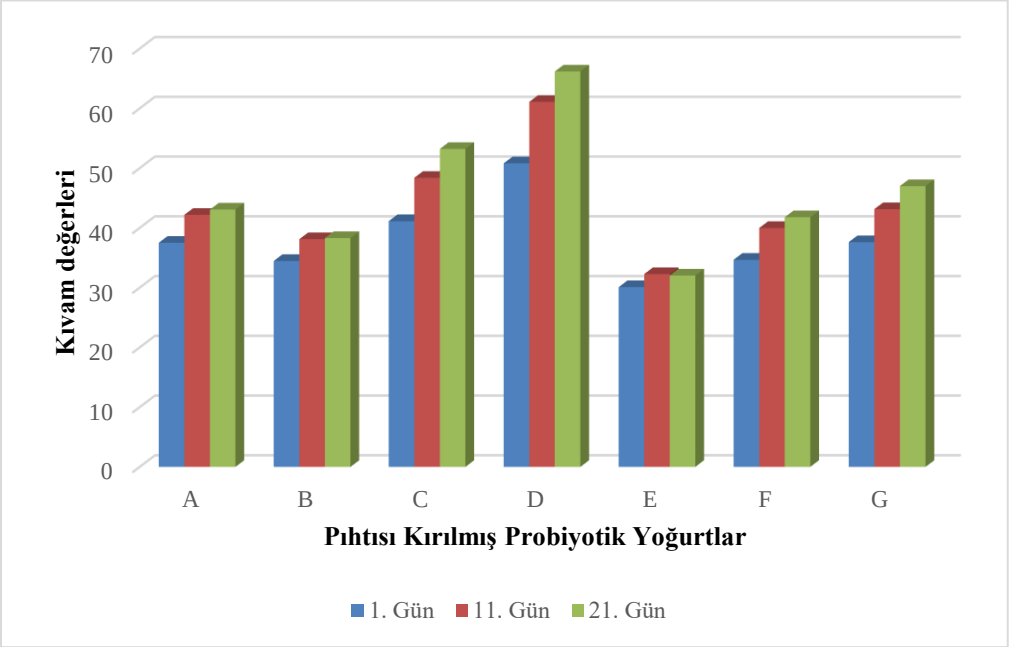
4.3.6. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince kıvam (consistens) değerleri

Tutarlılık, Newtonyen olmayan güçlü yerçekimi ile fiziksel olarak heterojen olan sıvı veya yarı katı gıdaların akışkanlığına karşı direnç olarak tanımlanır.

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların kıvam değerlerine ait ölçüm sonuçları Çizelge 4.5.b' de verilmiştir. Buna göre en yüksek kıvam değeri 66.17 ile D örneğinde (%1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) 21. gün analizinde ölçülürken, en düşük değer ise 30.9 ile E örneğinde (%0.1 yağlı) depolamanın ilk gününde ölçülmüştür.

Yoğurtların yağ içeriğinin azaltılması kıvam değerlerinin azalmasına neden olurken, *Psyllium husk* ilavesi su bağlama özelliği ile örneklerin kıvam değerlerinin artmasına neden olmuş ve yoğurt çeşidinin örneklerin kıvam değerlerine etkisi istatiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Çizelgeden izlenebileceği gibi yağlı *Psyllium husk* ilaveli yağsız F (%0.1 yağlı, %0.1 *Psyllium husk*) ve G (%0.1 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) yoğurtları, kontrol A (%4 yağlı kontrol) örneği ile aynı istatistik grubunda yer almıştır. Bu sonuç da *Psyllium husk*' ın yağ ikamesi gibi davrandığını ortaya koymaktadır.

Depolama süresi boyunca örneklerin kıvam değerlerinin protein çapraz bağlarındaki değişimlerle paralel olarak arttığı ve bu artışın istatiksel olarak da anlamlı olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).



Şekil 4.12. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki kıvam değerleri

4.4. Pıhtısı Kırılmış Probiyotik Yoğurtların Duyusal Özellikleri

Duyusal özellikler, bir gıdanın tüketicilerin kendi duyuları vasıtasıyla kabul veya red edilmesini sağlayan özelliklerdir. Günlük hayat içerisinde tüketiciler açısından en son kalite genel olarak gıdaların duyusal kalitesidir. Bu açıdan gıdaların duyusal kaliteleri gerek gıda tüketicileri gerekse gıdayı üretenler açısından oldukça önemlidir. Araştırmada üretilen yoğurdun duyusal değerlendirmesi 10 panelist tarafından yapılmıştır. Panelistler; yoğurt örnekleri renk görünümü, yapısal kıvamı ve tat aroması açısından değerlendirilmiştir. Üretilen yoğurt örnekleri panelistlerce depolama süresi boyunca enk-görünüş, yapı-kıvam ve tat-aroma karakteristikleriyle ilgili 1-10 arası puanlanmıştır.

Duyusal analizler vasıtasıyla bu özelliklerin belirlenmesiyle gıda üreticileri:

- Tüketicilerin beğenilerine yönelik bilgi sahibi olur,
- Üretmiş olduğu gıdayı tüketicilerin beğeni ve beklentileri yönünde hazırlar,
- Böylece üretimlerini verimli ve ekonomik bir şekilde gerçekleştirirler.

Bireysel kalite öğelerinin bazı objektif ölçümleri yapılabilir. Ancak, gıdanın tüketiciler üzerindeki genel etkisini objektif bir analiz veya cihazla ölçmek olası değildir. Gıdaların tüketiciler üzerindeki tüm etkileri, belirli özelliklere sahip tadımcıların panel değerlendirmelerinin sonuçlarına dayanmaktadır.

Organoleptik özellikler, koku, tat, doku ve görünüm gibi gıdaların özelliklerini içerir. Bu özellikler insanlar tarafından görme, koklama, tatma, dokunma ve işitme ile çeşitli duyusal değerlendirme yöntemleriyle algılanır.

Çalışmada pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların duyusal özellikleri; renk ve görünüş, tat ve aroma, yapı ve kıvam ve genel kabul edilebilirlik olmak üzere 4 farklı değişken üzerinden değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.6’ da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki duyusal analiz sonuçları

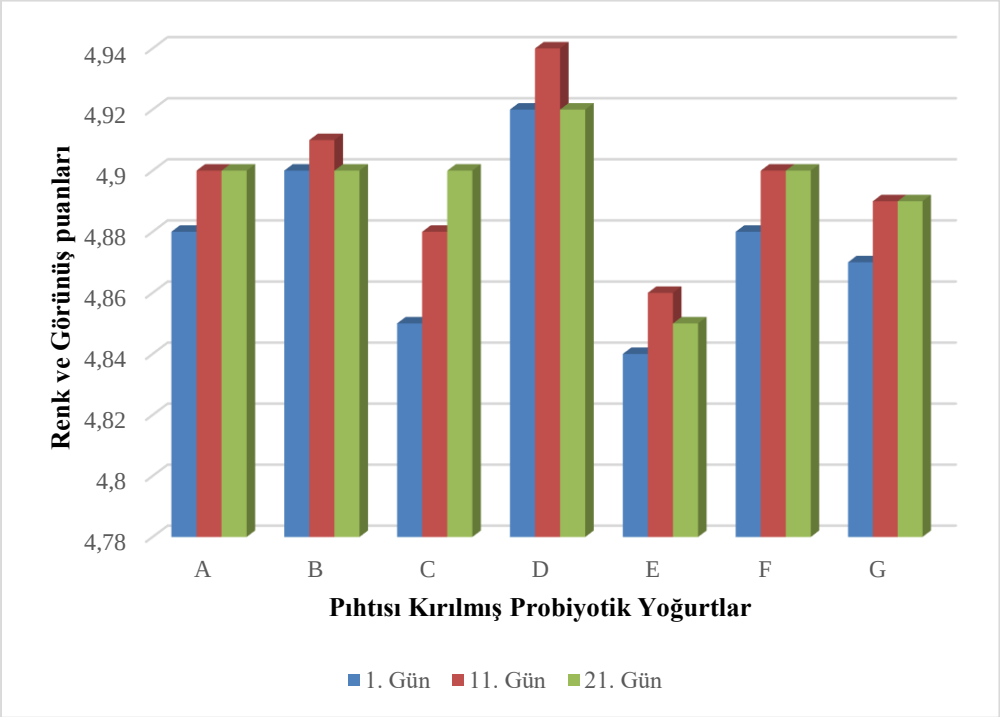
Örnek	Depo. (Gün)	Renk ve Görünüş	Yapı ve Kıvam	Tat ve Aroma	Genel Kabul Edilebilirlik
A	1.	4.88±0.02^{ab1}	4.74±0.06^{ab1}	9.65±0.07^{a1}	19.27±0.23^{a1}
	11.	4.90±0.03^{ab1}	4.85±0.05^{ab1}	9.85±0.05^{a1}	19.6±0.20^{a1}
	21.	4.90±0.04^{ab1}	4.90±0.05^{ab1}	9.87±0.06^{a1}	19.67±0.17^{a1}
B	1.	4.90±0.03^{ab1}	4.20±0.04^{b1}	8.52±0.08^{c1}	17.62±022^{c1}
	11.	4.91±0.04^{ab1}	4.51±0.06^{b1}	8.75±0.05^{c1}	18.17±0.17^{c1}
	21.	4.90±0.03^{ab1}	4.53±0.04^{b1}	8.70±0.06^{c1}	18.13±0.15^{c1}
C	1.	4.85±0.04^{ab1}	4.52±0.04^{b1}	9.07±0.07^{b1}	18.44±022^{b1}
	11.	4.88±0.03^{ab1}	4.68±0.06^{b1}	9.28±0.06^{b1}	18.84±0.20^{b1}
	21.	4.90±0.03^{ab1}	4.79±0.04^{b1}	9.41±0.06^{b1}	19.1±0.21^{b1}
D	1.	4.92±0.04^{a1}	4.69±1.46^{a1}	9.54±0.08^{a1}	19.15±0.15^{a1}
	11.	4.94±0.05^{a1}	4.81±0.04^{a1}	9.79±0.09^{a1}	19.54±0.24^{a1}
	21.	4.92±0.04^{a1}	4.93±0.07^{a1}	9.90±0.05^{a1}	19.75±0.15^{a1}
E	1.	4.84±0.05^{b1}	3.60±0.04^{c1}	7.35±0.06^{e1}	15.79±0.19^{e1}
	11.	4.86±0.04^{b1}	3.82±0.05^{c1}	7.51±0.07^{e1}	16.19±0.19^{e1}
	21.	4.85±0.05^{b1}	3.78±0.04^{c1}	7.30±0.05^{e1}	15.93±0.10^{e1}
F	1.	4.88±0.03^{ab1}	4.11±0.05^{bc1}	7.96±0.06^{d1}	16.95±0.25^{d1}
	11.	4.90±0.03^{ab1}	4.27±0.04^{bc1}	8.25±0.10^{d1}	17.42±0.20^{d1}
	21.	4.90±0.04^{ab1}	4.40±0.05^{bc1}	8.39±0.06^{d1}	17.69±0.21^{d1}
G	1.	4.87±0.04^{ab1}	4.28±0.05^{b1}	8.37±0.05^{c1}	17.52±0.14^{c1}
	11.	4.89±0.03^{ab1}	4.43±0.06^{b1}	8.61±0.08^{c1}	17.93±0.23^{c1}
	21.	4.89±0.04^{ab1}	4.55±0.07^{b1}	8.79±0.10^{c1}	18.33±0.13^{c1}

*: A: %4, tam yağlı kontrol; B: %1.8, yarım yağlı kontrol; C: %1.8 yağlı, %0.1 *Psyllium husk*; D: %1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk;* E: %0.1 yağlı kontrol; F: %0.1 yağlı, %0.1 *Psyllium husk* ve G: %0.1 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*

**: Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen değerler ilave edilen *Psyllium husk* oranına göre istatistiksel anlamda birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

4.4.1. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince renk ve görünüş puanları

Renk ve görünüş puanları, yoğurtların görünüşü ve rengi ile ilgili açık renkten koyu renge, mattan parlağa doğru olacak şekilde puan değerlendirmeleri kapsamaktadır. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların panel üyelerinden almış oldukları renk ve görünüş puanları Çizelge 4.6' da görülmektedir. Çizelgeden de izlenebileceği üzere D örneği (%1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) 4.94 ile en yük yüksek puanı depolamanın 11. gününde alırken, en düşük puanı ise 4.84 ile E örneği (%0.1 yağlı kontrol) depolamanın 1. gününde almıştır. Genel olarak bakıldığında yoğurtların birbirlerine oldukça yakın puanlar aldığı (4.84 – 4.94 arasında) gözlenmiştir. Bununla birlikte uygulanan istatistiksel analizler sonucunda yoğurt çeşidinin yoğurtların renk ve görünüşüne etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların 21 günlük muhafaza süresince renk ve görünüm puanlarında oluşan değişim Şekil 4.13'de verilmektedir. Örneklerin renk ve görünüş puanlarındaki düzenli olmayan bu değişim istatiksel olarak da anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).



Şekil 4.13. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki renk ve görünüş puanları

Çam balı eklenerek üretilen probiyotik yoğurtlar üzerinde yapılan bir çalışmada, farklı oranlarda (%2, %4) çam balı eklenmesinin probiyotik yoğurtta görünüm beğenisini iyileştirdiği belirlenmiştir (Karabulut ve Dirican, 2017).

Havuç ilavesiyle üretilen yoğurtlarla yapılan bir çalışmada panelistlerin tüm yoğurtlara yakın puanlar verdiği belirtilmiş ve depolama esnasında yoğurtlara eklenen havuç miktarının artması görünüm puanlarını da arttırdığı ifade edilmiştir (Aly ve ark., 2004).

Fermente süt ürünleri (probiyotik ve yoğurt) üzerine yapılan çok sayıda çalışma, bu ürünlere farklı maddeler (tahıl lifleri, meyveler, sebzeler, faklı tür unlar, vb.) yüksek oranlarda eklendiğinde bu örneklerin kontrol örneklerine göre panelistlerden daha düşük puanlar aldığı rapor edilmiştir (Hafif, 2019).

4.4.2. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince tat ve aroma puanları

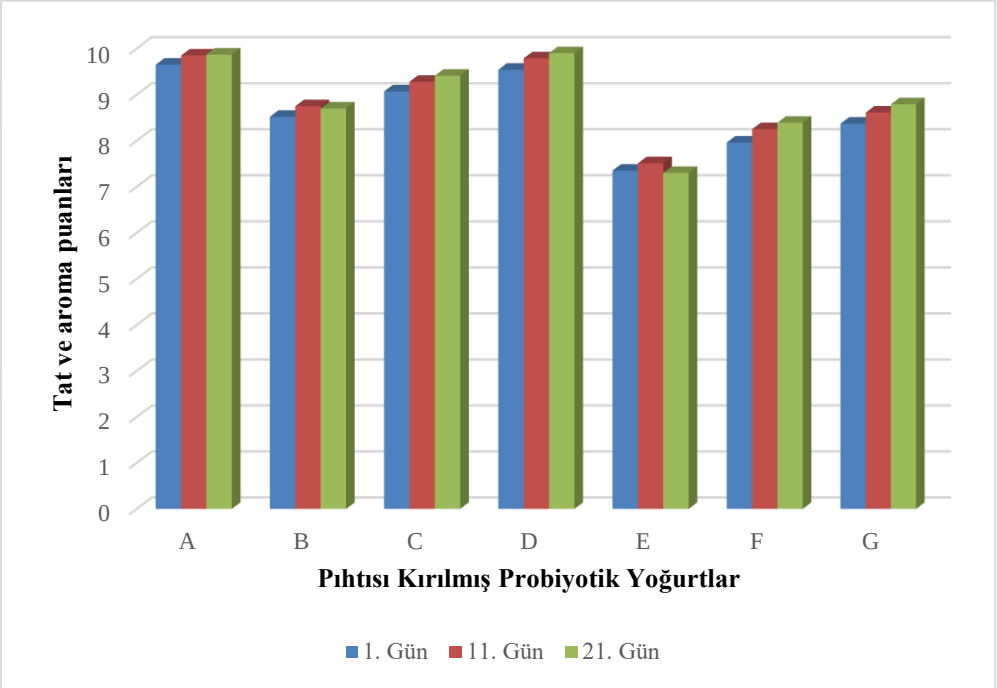
Tat, tüketiciler tarafından en fazla ilgi çeken elzem duyusal bir değişken olmasının yanında, özellikle fermente süt ürünlerinde fermentasyon sonucu süt yağının, laktozun ve süt proteinlerinin parçalanmasıyla meydana gelen metabolitlerin birleşik etkisini de ifade eden bir parametredir.

Psyllium husk ilaveli Çizelge 4.6' da pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların örneklerinin depolama süresince duyusal analizi sonucunda panelistlerden almış oldukları ortalama tat ve aroma puanlarını göstermektedir. Çizelge incelenmesinden de anlaşılacağı gibi tat ve aroma puanları ortalama olarak 7.30 - 9.90 arasında değişmektedir. En düşük puan 7.30 ile E (%0.1 yağlı kontrol) örneğine depolamanın 21. gününde rastlanırken, en yüksek puan ise 9.90 puan ile D (%1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) örneğine yine depolamanın 21. gününde elde edilmiştir.

Beklendiği gibi yoğurtların yağ oranının azaltılması ile tat ve aroma puanları düşmüştür. Bununla birlikte yağı azaltılmış yoğurtlara *Psyllium husk* ilavesinin örneklerin tat ve aromalarını iyileştirdiğini ve yağlı kontrol örneğine A (%4 yağlı

kontrol) yakın hatta yüksek puanlar almasına neden olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatiksel analizler de yaoğurt çeşidinin örneklerin tat ve aroma puanlarına etkisinin önemli olduğunu ($p<0.05$) göstermiştir.

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların tat ve aroma puanları B (%1.8 yağlı kontrol) ve E (%0.1 yağlı kontrol) yoğurtları dışında diğer tüm yoğurtlarda depolamada artış göstermiş fakat pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların tat ve aromalarına istatistiksel manada depolamanın etkisi önemsiz ($p>0.05$) olmuştur.



Şekil 4.14. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki tat ve aroma puanları

4.4.3. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince yapı ve kıvam puanları

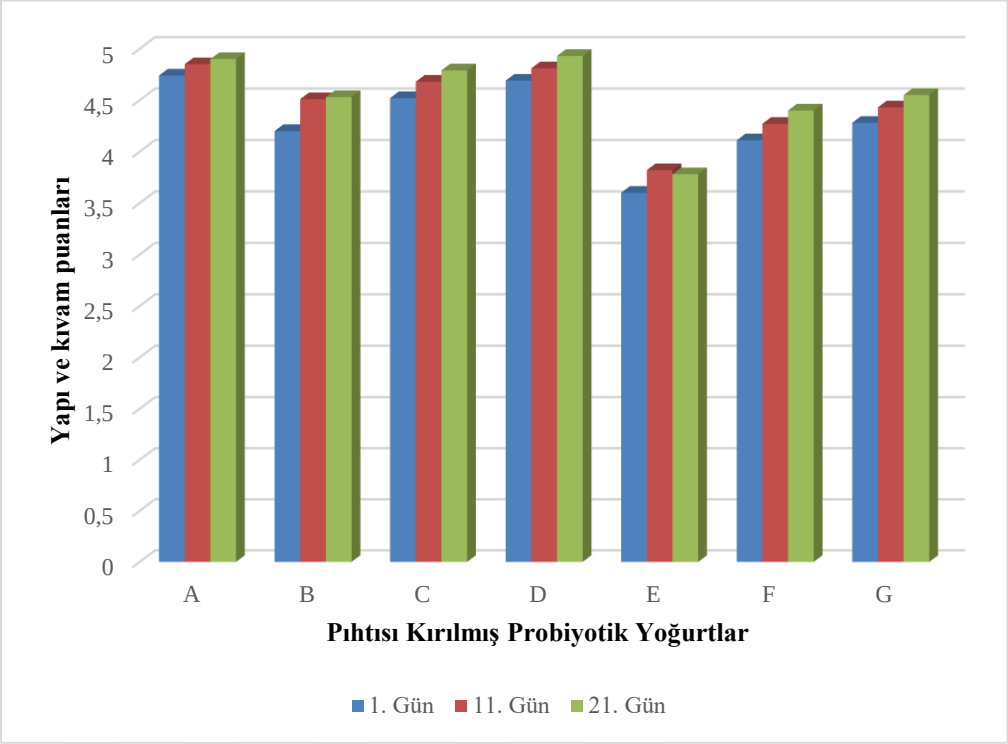
Psyllium husk ilaveli pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtlara verilen yapı-kıvam puanları Çizelge 4.6' da görülmektedir. En yüksek yapı-kıvam puanını 4.93 ile D örneği (%1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) depolamanın 21. gün analizlerinde alırken, en düşük puanı ise 3.60 ile E örneği (%0.1 yağlı kontrol) depolamanın 1. gün analizlerinde almıştır.

Yoğurt çeşidi örneklerin yapı ve kıvam puanlarını önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.05$). Örneklerin yağ içeriğindeki azalmaya bağlı olarak yapı ve kıvam puanlarının düştüğü belirlenirken, *Psyllium husk* ilavesinin yağ ikamesi gibi davranarak bu kusurları azalttığı ve yağsız yoğurtlara yağlı yoğurt niteliği kazandırdığı görülmüştür. Nitekim *Psyllium husk* ilaveli yağsız yoğurtların F (%0.1 yağlı, %0.1 *Psyllium husk*) ve G (%0.1 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) örneklerin istatistiki oalrak yağlı kontrol A (%4 yağlı kontrol) örneği ile aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Duyusal değerlendirmelerde elde edilen bu sonuçların tekstürel özelliklerle de paralellik içerisinde olduğu görülmektedir.

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların 21 günlük depolama süresince yapı ve kıvamlarının düzenli bir şekilde geliştiği ancak uygulanan istatistiksel analiz sonucunda muhafaza süresinin yoğurtların yapı ve kıvamlarına anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların yapı ve kıvamlarındaki iyileşmenin bileşimde yer alan proteinlerin diğer bileşenlerle oluşturduğu güçlü intraksiyonlarda ve soğutulmuş yoğurttaki pH düşüşüne bağlı olarak jel yapısındaki değişikliklerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Özer ve ark. 1997; Akın ve ark., 2009).

Kurtuldu (2012), ß-glukan katkısıyla yapmış oldukları probiyotik yoğurtlarda, β-glukan katkısının yoğurdun yapı ve tekstür değerleri üzerinde bir farklılık yaratmadığını açıklamıştır ($p>0.05$).

Yoğurt ve probiyotik yoğurt üzerine yapılan araştırmalarda ürüne eklenen bitkisel un, lif, stabilizör, nişasta, vb. maddelerin yüksek su tutma kapasitelerine sahip olmalarından dolayı yoğurtların viskoziteleri ve yapıları üzerinde olumlu bir etki göstererek, yapı ve kıvam puanlarının da kontrol yoğurtlarına göre daha yüksek olmasına neden olduğu ifade edilmiştir (Güven ve ark., 2005; Bakırcı, 2014; Crispin-Isidro ve ark., 2014; Özcan ve Yıldız, 2016; Elaltunkara, 2018).



Şekil 4.15. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki yapı ve kıvam puanları

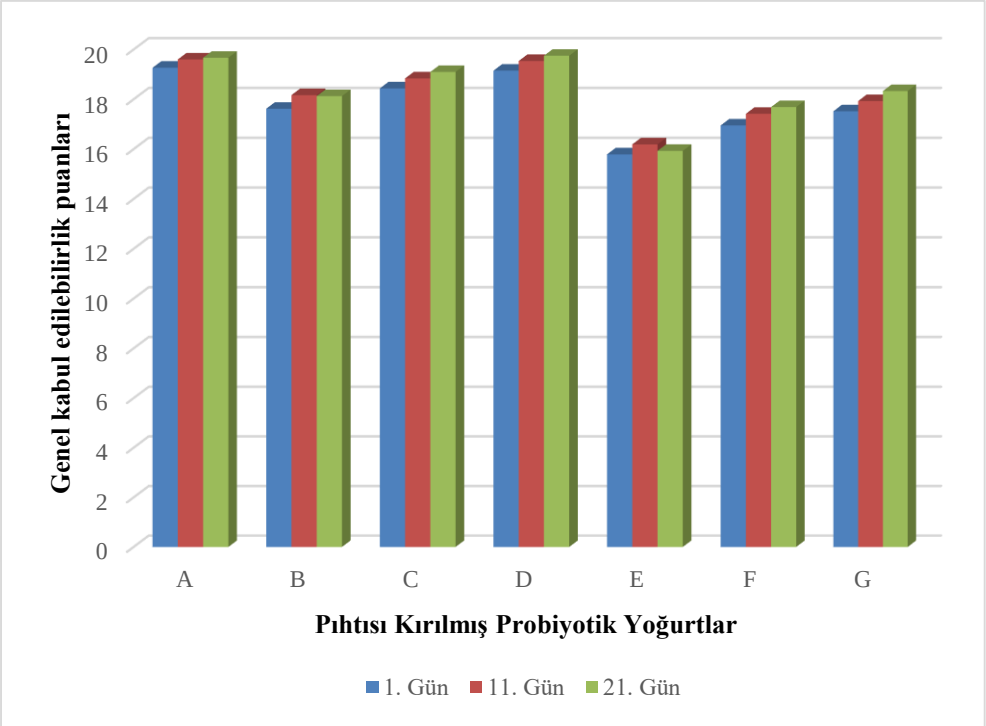
4.4.4. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama süresince genel kabul edilebilirlik puanları

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtlara panel üyelerince verilen genel kabul edilebilirlik puanları Çizelge 4.6' da sunulmuştur. Çizelgeden de izlenildiği gibi D örneği (%1.8 yağlı, %0,3 *Psyllium husk*) 19.75 ile en yüksek genel kabul edilebilirlik puanını depolamanın 21.gün analizlerinde alırken, en düşük puanı ise 15.79 ile E örneği (%0.1 yağlı kontrol) depolamanın 1. gün analizinde almıştır. Yağ içeriğinin azlaması yoğurtların genel kabul edilebilirliğini azaltırken, *Psyllium husk* ilavesi yağı azaltılmış yoğurtların genel kabul edilebilirliğini arttırmıştır.

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların duyusal analizleri sırasında değerlendirmeye katılan panelistlerden değerlendirmeye alınan yoğurtlar içerisinde en sevdiklerinden daha az sevdiklerine doğru bir beğenme sıralaması oluşturulması talep edilmiş ve panelistler öncelikli olarak D (%1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) örneğini daha sonra ise A örneğini (%4 yağlı kontrol) beğendiklerini açıklamışlardır. Nitekim bu beğenme sırası yoğurtların genel puanlarına da yansımıştır. Uygulanan istatistiksel

analizler sonucunda yoğurt çeşidinin yoğurtların genel beğeni puanlarına etkisi önemli ($p<0.05$) çıkmıştır.

Yoğurtların genel beğeni puanlarında depolama sırasında düzenli olmayan değişimler görülmüş ve istatiksel olarak depolama süresi genel beğeni puanlarını etkilememiştir ($p>0.05$)



Şekil 4.16. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki genel kabul edilebilirlik puanları

4.5. Pıhtısı Kırılmış Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik Özellikleri

Çizelge 4.7. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların mikroorganizma sayıları (log kob g^{-1})

Örnek*	Depolama (Gün)	*S. thermophilus*	*L. acidophilus*	*B. bifidum*	Maya-Küf
A	1.	8.41 ± 0.10^{cd1}	7.51 ± 0.11^{c2}	7.42 ± 0.08^{b2}	0.0 ± 0.0^{a3}
	11.	8.67 ± 0.12^{cd1}	7.79 ± 0.12^{c1}	7.58 ± 0.09^{b1}	1.7 ± 0.4^{a2}
	21.	7.89 ± 0.11^{cd1}	7.03 ± 0.05^{c2}	7.14 ± 0.06^{b2}	2.4 ± 0.2^{a1}
B	1.	8.34 ± 0.12^{d1}	7.48 ± 0.11^{c2}	7.38 ± 0.08^{b2}	0.0 ± 0.0^{a3}
	11.	8.56 ± 0.13^{d1}	7.84 ± 0.14^{c1}	7.52 ± 0.08^{b1}	2.1 ± 0.2^{a2}
	21.	7.74 ± 0.10^{d1}	7.100 ± 0.09^{c2}	7.15 ± 0.05^{b2}	2.7 ± 0.3^{a1}
C	1.	8.52 ± 0.14^{b1}	7.74 ± 0.12^{bc2}	7.51 ± 0.07^{b2}	0.0 ± 0.0^{a3}
	11.	8.94 ± 0.12^{b1}	8.09 ± 0.11^{bc1}	7.72 ± 0.08^{b1}	1.5 ± 0.5^{a2}
	21.	8.93 ± 0.07^{b1}	7.54 ± 0.06^{bc2}	7.28 ± 0.10^{b2}	2.3 ± 0.3^{a1}
D	1.	9.08 ± 0.08^{a1}	8.20 ± 0.13^{a2}	7.88 ± 0.10^{a2}	0.0 ± 0.0^{a3}
	11.	9.77 ± 0.14^{a1}	8.62 ± 0.12^{a1}	8.17 ± 0.07^{a1}	1.8 ± 0.2^{a2}
	21.	9.89 ± 0.10^{a1}	8.09 ± 0.11^{a2}	7.99 ± 0.06^{a2}	2.7 ± 0.4^{a1}
E	1.	8.30 ± 0.10^{d1}	7.50 ± 0.10^{c2}	7.35 ± 0.06^{b2}	2.7 ± 0.4^{a3}
	11.	8.51 ± 0.14^{d1}	7.80 ± 0.14^{c1}	7.57 ± 0.10^{b1}	0.0 ± 0.0^{a2}
	21.	7.95 ± 0.08^{d1}	7.21 ± 0.11^{c2}	7.11 ± 0.09^{b2}	1.9 ± 0.2^{a1}
F	1.	8.40 ± 0.11^{bc1}	7.64 ± 0.12^{bc2}	7.47 ± 0.07^{b2}	0.0 ± 0.0^{a3}
	11.	8.87 ± 0.13^{bc1}	8.24 ± 0.16^{bc1}	7.70 ± 0.10^{b1}	1.6 ± 0.2^{a2}
	21.	8.80 ± 0.11^{bc1}	7.50 ± 0.10^{bc2}	7.22 ± 0.08^{b2}	2.3 ± 0.2^{a1}
G	1.	8.83 ± 0.15^{a1}	7.94 ± 0.11^{ab2}	7.71 ± 0.09^{a2}	0.0 ± 0.0^{a3}
	11.	9.47 ± 0.14^{a1}	8.48 ± 0.12^{ab1}	7.96 ± 0.08^{a1}	1.7 ± 0.3^{a2}
	21.	9.51 ± 0.11^{a1}	7.81 ± 0.10^{ab2}	7.73 ± 0.07^{a2}	2.6 ± 0.4^{a1}

*: A: %4, tam yağlı kontrol; B: %1.8, yarım yağlı kontrol; C: %1.8 yağlı, %0.1 *Psyllium husk*; D: %1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk;* E: %0.1 yağlı kontrol; F: %0.1 yağlı, %0.1 *Psyllium husk* ve G: %0.1 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*

**: Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen değerler ilave edilen *Psyllium husk* oranına göre istatistiksel anlamda birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

4.5.1. Streptococcus thermophilus sayısı

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların *Streptococcus thermophilus* sayısındaki değişimler Çizelge 4.7' de gösterilmiştir. Depolama süresince numunelerde tespit edilen *S. thermophilus* sayısı 7.74 – 9.89 log kob/g arasında değişmiştir.

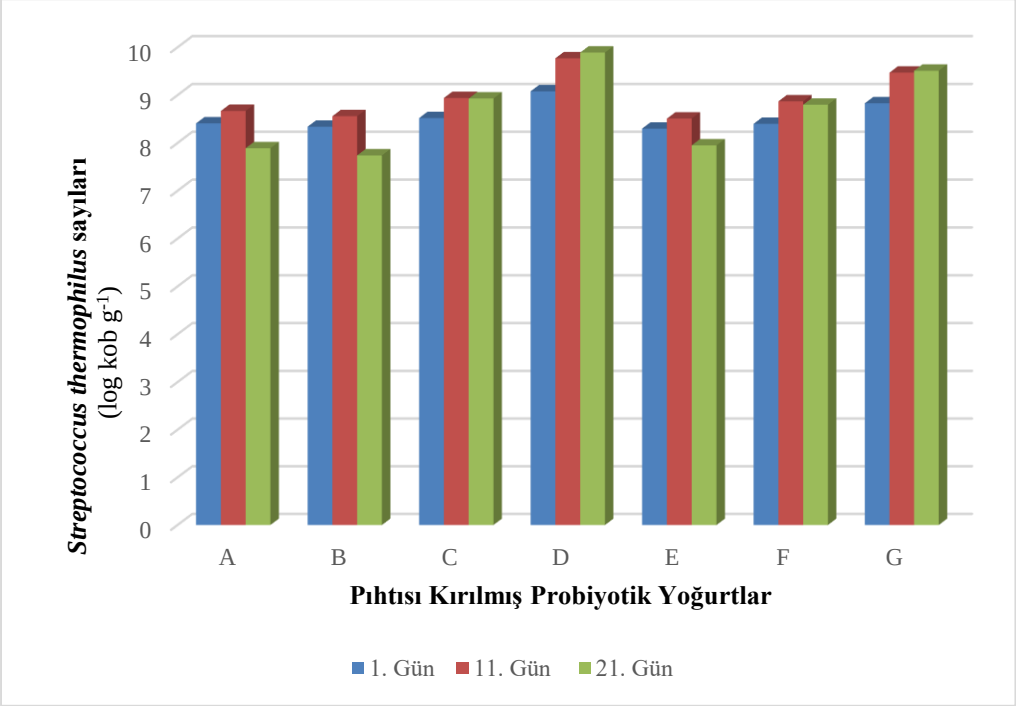
Yoğurt çeşidinin yoğurtların *S. thermophilus* sayıları üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır ($p<0.05$). En yüksek *S. thermophilus* sayıları 9.89 Log kob/gile D (%1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) yoğurtlarında depolamanın 21. gün analizlerinde belirlenirken, en düşük sayılar ise 7.74 log kob/g ile B (yarım yağlı kontrol) yoğurtlarında yine depolamanın 21. gün analizlerinde görülmüştür. Yağ içeriğinin azalması yoğurtların *S. thermophilus* sayılarında bir miktar düşüşe neden olurken, *Psyllium husk* ilavesi içerdiği besinsel liflerin etkisi ile *S. thermophilus* sayılarını arttırmıştır. Fermente Süt Tebliği'nde ürüne özgü toplam mikroorganizma sayısının pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların için en düşük 10^7 log kob/g olması belirtilmiş olup, tüm probiyotik yoğurt örneklerimizin *S. thermophilus* sayılarının bu değerin üzerinde olduğu görülmüştür.

Örneklerin *S. thermophilus* sayılarında düzenli olmayan artış ve azalışlar görülmüş ve bu sonuç istatiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Uzuner (2012), çeşitli oranlarda pirinç sütü katkısıyla ürettikleri probiyotik yoğutlarda *S. thermophilus* sayısını 5.19 – 9.75 log kob/g arasında belirlemiş ve pirinç sütü katkısının yoğurtların *S. thermophilus* sayısılarına etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğunu açıklamıştır.

Çınar (2016), ayva tozu kullanılarak yapmış olduğu probiyotik yoğurtlarda *S. thermophilus* sayılarını 7.92-9.42 log kob/g olarak belirlemiş ve yoğurt çeşidinin ve saklama süresinin bu bakteri sayıları üzerindeki etkisinin önemli bulunduğunu bildirmiştir ($p<0.05$).

Casarotti ve ark., (2014), değişik miktarlarda kinoa unu katmak suretiyle yapmış oldukları ve iki hafta boyunca muhafaza ettikleri probiyotik yoğurtlarda, *S. thermophilus* sayılarının depolamada azaldığını ve bu azalmanın kinoa unu miktarı arttıkça daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca depolamanın *S. thermophilus* sayılarına etkisinin önemli çıktığını ifade etmişlerdir.



Şekil 4.17. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki *Streptococcus thermophilus* sayıları

4.5.2. Lactabacillus acidophilus sayısı

Farklı oranlarda *Psyllium husk* katkılı pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların *L. acidophilus* sayıları Çizelge 4.7' de sunulmuştur. Buradan takip edilebileceği gibi *L. acidophilus* sayısı en düşük olarak 7.03 log log kob/g ile kontrol A (%4 tam yağlı kontrol) yoğurtlarında, en yüksek ise 8.62 log log kob/g ile D (%1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) yoğurtlarında depolamanın 11. gün analizlerinde tespit edilmiştir. Yoğurt çeşidinin pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların *L. acidophilus* sayısına etkisi istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$) çıkmıştır. Yoğurtların yağ içeriğinin azaltılması *L. acidophilus* sayılarını etkilemezken, *Psyllium husk* ilavesi yoğurtların *L. acidophilus* sayılarında artışa neden olmuştur. Bu sonucun *Psyllium husk'*ın içerdiği besinsel

liflerin prebiyotik etki göstererek *L. acidophilus*'un gelişimini teşvik etmesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Örneklerin *L. acidophilus* sayıları depolamanın 11. gününde artış göstermiş ve depolama sonunda başlangıç değerinin biraz altına düşmüştür ($p<0.05$). Depolamanın ilk 11. gününe kadar ortamdaki besin elementlerinin *L. acidophilus*'nın gelişimini teşvik ettiği, daha sonra gelişen asitliğin bu bakteriyi olumsuz etkilemesi nedeniyle sayısının azaldığı tahmin edilmektedir.

Probiyotik kültürlerle desteklenmiş fermente süt ürünlerinin, hedef fonksiyonel özelliklerine ulaşabilmesi için son tüketim tarihine kadar en düşük 10^7 log kob/g miktarlarda probiyotik bakteri içermesi ve muhafaza etmesi gerektiği belirtilmektedir (Samona ve Robinson, 1994). Benzer olarak Fermente Süt Tebliği'nde ürüne özgü toplam mikroorganizma sayısının probiyotik yoğurtlar için en düşük 10^7 log kob/g olması belirtilmiş olup, tüm probiyotik yoğurt örneklerimizin *L. acidophilus* sayılarının bu değerin üzerinde olduğu görülmüştür.

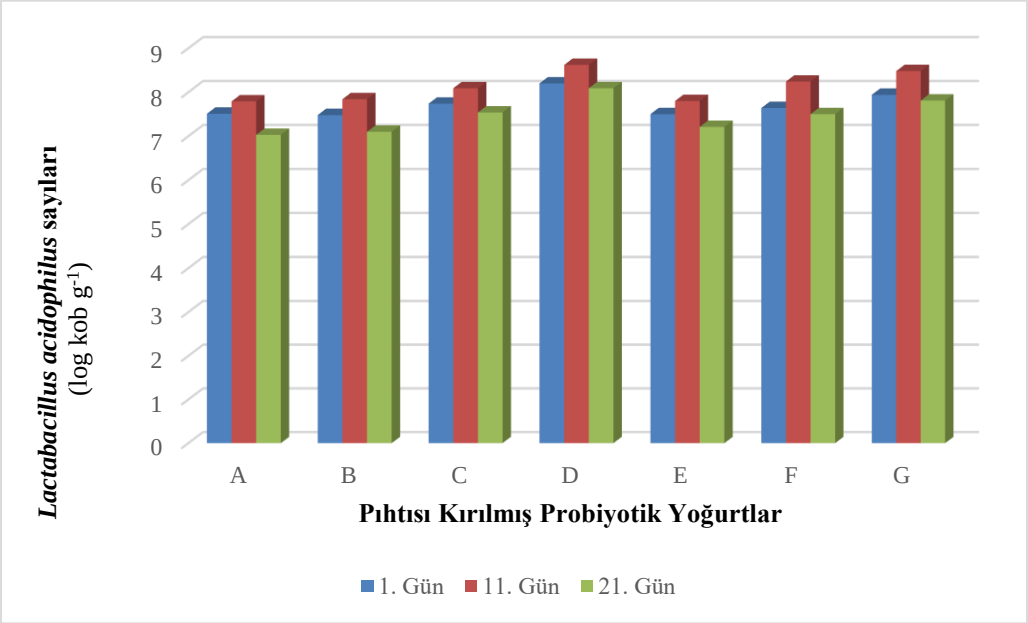
Dave ve Shah (1997), fermente edilmiş süt ve ürünlerinde probiyotik bakterilerin canlılığı üzerinde diğer bakterilerin varlığının, ürünün asit değerinin, ortamdaki oksijen miktarının ve ürünün pH'sının etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Dave ve Shah (1997b) karakteristik yoğurt bakterilerinin özellikle *L. acidophilus* gelişimini olumsuz yönde etkileyerek bu bakterinin zaman içerisinde gelişiminin baskılandığını bildirmişlerdir.

L. acidophilus sayısındaki azalmanın sıcaklık ve yoğurt üretim aşaması gibi diğer parametrelerin etkisi altında mikroorganizmanın yok edilmesinden kaynaklandığı ve kısa sürede ömrünün sona erdiği bildirilmiştir (Shah ve Lankaputra, 1997).

Probiyotik yoğurtlarda depolama sırasında *L. acidophilus* sayısındaki azalmanın, bakteri üremesi ve organik asitler ve diğer bileşiklerin birikmesi nedeniyle yoğurdun pH'ındaki azalmasının sonucu olarak ortaya çıktığı sanılmaktadır (Hood ve Zoitola, 1988; Shah, 2001).

Çevik (2013), yoğurda peyniraltı suyu tozu ve turunç ekstresi katkısının *L. acidophilus* sayılarına pozitif etkisi olduğunu açıklamıştır ($p<0.01$). Yine fermente edilmiş süte yulaf lifi ve inülin katkısının *L. acidophilus* sayısında istatistiksel olarak anlamlı bir artışa neden olduğu bildirilmiştir ($p<0.01$) (Akın ve ark., 2016).



Şekil 4.18. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki *Lactabacillus acidophilus* sayıları

4.5.3 *Bifodobacterium animalis* subsp. lactis (BB-12) sayısı

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt üretiminde *Bifidobacterium* spp. en yaygın olarak kullanılan kültürlerden biri olduğu bilinmektedir. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların yoğurtlardaki *Bifidobacterium* spp. sayısı, yoğurdun tat ve aroma özelliklerinin belirlenmesinde etkili olmakla birlikte, yoğurdun depolanması boyunca biyoterapötik seviyenin (> 7 log kob/g) korunması açısından da önemli olmaktadır. *Bifidobacterium* spp. gelişimini pH, asitlik, hidrojen peroksit ve çözülmemiş oksijen varlığı ve depolama sıcaklığı gibi faktörler etkilemektedir. Yoğurdun pH değerinin

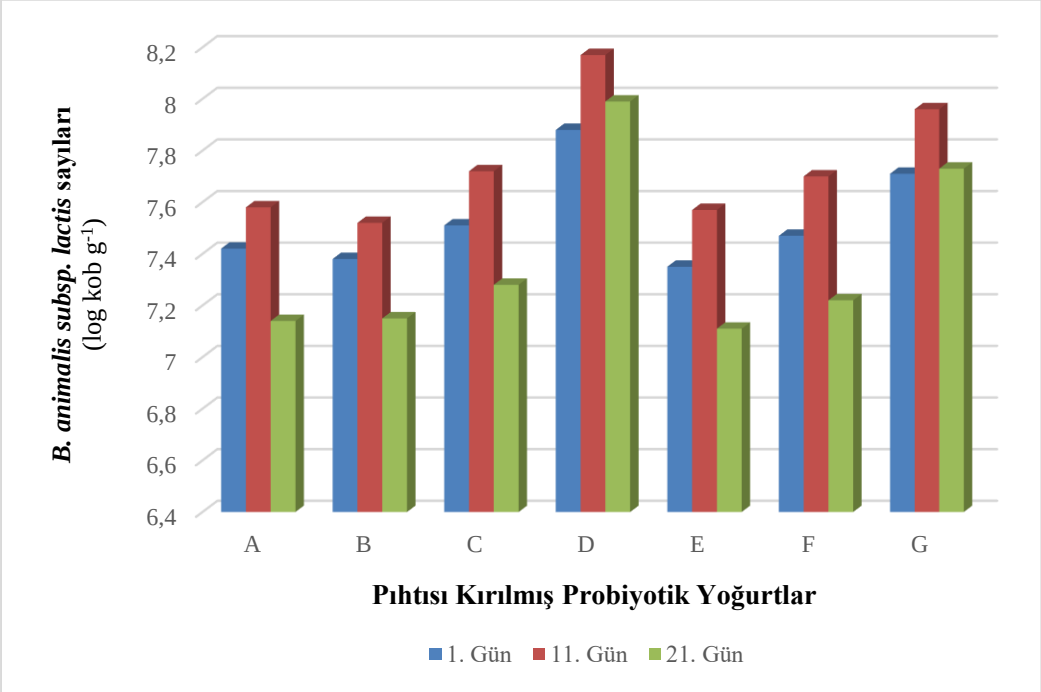
azalması ve ortamdaki laktik asit ve asetik asit gibi metabolitlerin konsantrasyonunun yükselmesi, *Bifidobacterium* spp. Gelişimini kötü yönde etkileyen etkenler olarak gösterilmektedir (Dave ve Shah 1997a; Donkor ve ark., 2006).

Psyllium husk katkılı pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların mikrobiyolojik analizler sonucunda elde edilen ortalama *Bifidobacterium* spp. sayıları Çizelge 4.7' de sunulmuştur. Buradan takip edilebileceği gibi en düşük *Bifidobacterium* spp. sayıları 7.14 log log kob/g olarak A (%4 tam yağlı kontrol) yoğurtlarında depolamanın 21. gün analizlerinde belirlenirken, en yüksek sayılar ise 8.17 log kob/g olarak D (%1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) örneğinde depolamanın 11. gün analizlerinde belirlenmiştir. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde probiyotik yoğurt örneklerinin *Bifidobacterium* spp. sayıları arasındaki farklılık yoğurdun çeşidine ve depolama süresine bağlı olarak istatiksel anlamda önemli olmuştur ($p<0.05$). Yoğurtların yağ oranının azaltılması *Bifidobacterium* spp. sayılarını etkilemezken, *Psyllium husk'*ın bu bakterinin gelişimini teşvik ettiği saptanmıştır.

Fermente Süt Tebliği'nde ürüne özgü toplam mikroorganizma sayısının probiyotik yoğurtlar için en düşük 10^7 log kob/g olması belirtilmiş olup, tüm pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt örneklerimizin *Bifidobacterium* spp. sayılarının bu değerin üzerinde olduğu görülmüştür.

Şekil 4.12' de *Psyllium husk* katkılı pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların *Bifidobacterium* spp. sayılarının depolanma periyodu'ndaki değişimlerini göstermektedir. Buradan da görülebileceği gibi bakteri sayısı tüm örneklerde depolamanın 11. gününe kadar artıp daha sonrasında ise azalmıştır ($p<0.05$). Bu sonucun *S. Thermophillus*'un depolamanın 11. gününe kadar ortamda ki O_2'i bağlayarak mikroaerofilik *Bifidobacterium* spp.'ın gelişimini teşvik etmesi, daha sonrasında gelişen asitliğin *Bifidobacterium* spp.'i olumsuz etkilemesi ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

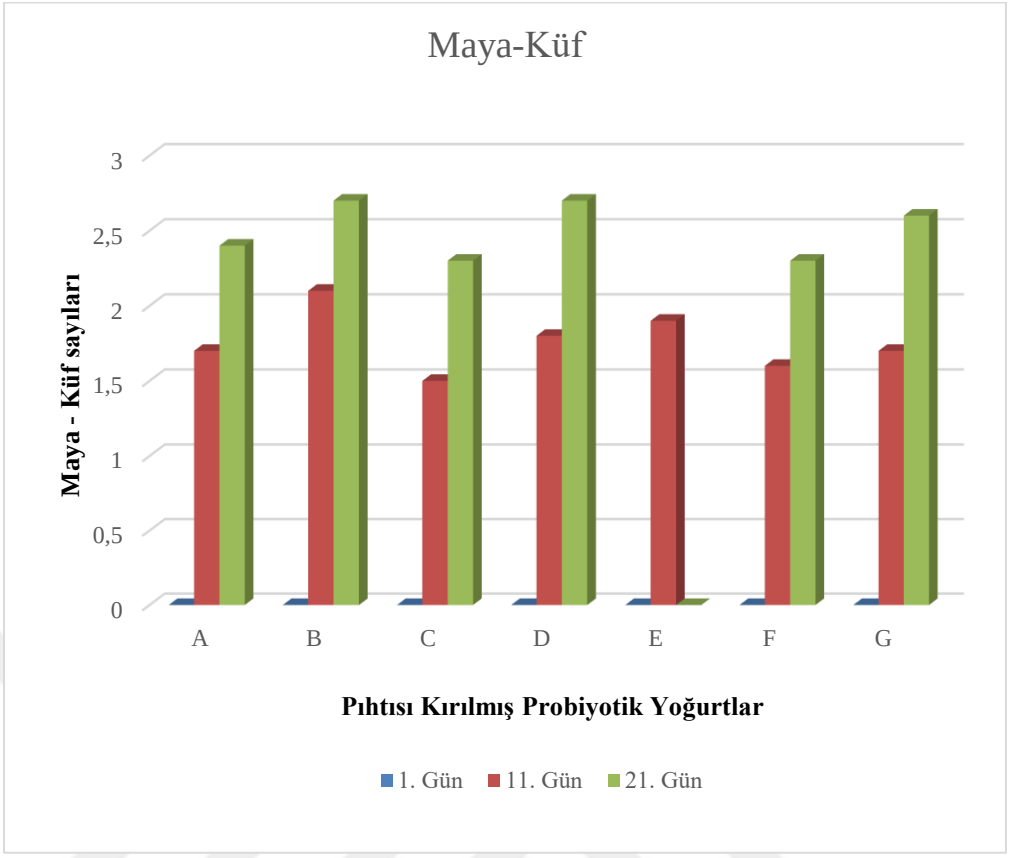
Probiyotik yoğurt yapımında kinoa unu katkısının *Bifidobacterium* spp. sayılarının arttırdığı ve bu artışın depolama süresince de devam ettiği belirtilmiştir. İnülin katkılı probiyotik yoğurt üzerinde yapılan bir çalışmada, 28 günlük depolama sonunda en düşük *Bifidobacterium* spp. sayısının 6.33 log kob/g olduğu bulunmuştur (Kavaz, 2012).



Şekil 4.19. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* sayıları

4.5.4 Maya – Küf sayısı

Yoğurt çeşidinin pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların Maya-Küf sayılarına etkisi istatistiksel anlamda önemli ($p>0.05$) çıkmazken, depolamanın etkisi önemli ($p<0.05$) olmuştur. Ortam koşulları bakteriler için olumsuz hale gelirken, depolama sırasında maya ve küfler için olumlu hale gelmiş ve tüm yoğurtlarda depolama süresince maya-küf sayılarında artış gözlenmiştir.



Şekil 4.20. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki maya-küf sayıları

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt üretiminde yağ ikamesi olarak *Psyllium husk*'dan yararlanma olanakları araştırılmış ve değerlendirilmiştir. Bu amaçla yedi farklı pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt üretilerek (A: %4, tam yağlı kontrol; B: %1.8, yarım yağlı kontrol; C: %1.8 yağlı, %0.1 *Psyllium husk*; D: %1.8 yağlı, %0.3 *Psyllium husk;* E: %0.1 yağlı kontrol; F: %0.1 yağlı, %0.1 *Psyllium husk* ve G: %0.1 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) bunların kimyasal, fiziksel, duyusal mikrobiyolojik ve tekstürel özellikleri birbiriyle karşılaştırılmıştır. Üretilen probiyotik yoğurtlar 21 gün süreyle +4°C' de depolanmış ve bu periyotta da (1., 11. ve 21. günlerde) fiziksel, tekstürel, mikrobiyolojik, kimyasal ve duyusal özellikleri takip edilmiştir.

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların yoğurt çeşidinin kimyasal analiz sonuçlarına bakıldığında, *Psyllium husk* ilavesinin yoğurtların kurumadde, yağ ve yağsız kurumadde oranları üzerine etkisi önemli ($p>0.05$) bulunmuş olup protein oranları üzerine etkisi istatistiki anlamda önemsiz ($p<0.05$) olmuştur.

Yoğurt çeşidi fiziksel özellikleri etkilerken, *Psyllium husk* ilavesinin yoğurtların bu özelliklerine olumlu katkılar yaptığı gözlenmiştir. *Psyllium husk* ilavesinin yoğurtların depolama süresi boyunca pH, su tutma kapasitesi, titrasyon asitliği, su aktivitesi gibi değerlerde istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) olduğu gözlemlenip vizkozite ve serum ayrılması oranları üzerine etkisinin önemsiz ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Nitekim *Psyllium husk* ilavesi yapılan üretilen yoğurtların, viskozite değerlerinin diğer örneklerden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların üretiminde özellikle renk değerleri *Psyllium husk*'ın kullanıldığı yoğurtların (C, D, F ve G örnekleri) diğer yoğurtlara göre daha mat (L^*) olduğu görülmüştür. Bunun da yoğurtlara katılan *Psyllium husk*'ın sarımsı-krem renginden kaynaklandığı düşünülmektedir. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların üretiminde yağ ikamesi olarak *Psyllium husk* katımının pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların renk değerlerine (L^*, a^* ve b^*) etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) çıkmıştır.

Yoğurt çeşidinin yoğurtların tekstür profil analizleri (TPA) irdelendiğinde, yapılan istatistiksel analizlerde yoğurt üretiminde gerek *Psyllium husk* kullanımının gerekse depolama süresinin yoğurtların sertlik, kıvam, iç yapışkanlık, dış yapışkanlık, sakızımsılık ve elastikiyet değerleri üzerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Yoğurt çeşidinin yoğurtların duyusal özellikleri değerlendirildiğinde, *Psyllium husk* ilavesinin yoğurtların duyusal özelliklerini geliştirerek pozitif katkı yaptığı görülmüştür. Gerçekten de panel üyelerince en çok sevilen/beğenilen yoğurtların *Psyllium husk*'ın kullanıldığı yoğurtlar (özellikle D ve G örnekleri) olduğu belirlenmiştir. Gerek yoğurt üretiminde *Psyllium husk* ilavesinin gerekse depolama süresinin yoğurtların duyusal özelliklerden; yapı-kıvam, tat-aroma ve genel kabul edilebilirlik puanlarına etkisi istatistiksel önemli ($p<0.05$) bulunurken renk-görünüş puanların etkisi ise önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

Yoğurt çeşidinin yoğurtların mikrobiyolojik özellikleri değerlendirildiğinde, yoğurt üretiminde *Psyllium husk* ilavesinin depolama süresinin yoğurtların mikrobiyolojik özelliklerden; *L. acidophilus, Bifidobacterium* spp. ve maya-küf sayılarına etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olurken, *S. thermophilus* üzerine etkisi ise önemsiz ($p>0.05$) olmuştur.

Sonuç olarak pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt üretimine *Psyllium husk* (karnıyarık otu tohum kabuğu tozu)'nun kullanımı yoğurt üretiminde önemli bir sorun olan serum ayrılması miktarını azaltma yönünde olumlu katkılar yapabileceği kanısına varılmıştır. Yoğurtlara %0.3 oranında *Psyllium husk* ilavesinin özellikle yarım yağlı yoğurtlarda dış yapışkanlık değerlerini önemli miktarda arttırdığı yani bu maddenin yağ ikamesi gibi bir davranış gösterdiği ve yoğurtlara yağımsı bir nitelik kazandırdığı izlenmiştir. Yine ilave edilen *Psyllium husk'*ın miktarı arttıkça *L. acidophilus* ve *Bifidium* spp. sayılarında 0.5-1.0 log'luk artışa neden olup olumlu katkılar yaptığı yani prebiyotik etki gösterdiği söylenebilir. Bununla beraber *Psyllium husk'*ın pıhtısı kırılmış yoğurt üretiminde daha farklı oranlarının ve özellikle meyveli yoğurtlarda çalışılmasının yerinde olacağı ve bu yoğurtlarda meydana gelen bazı kusurların azaltılması/önlenmesinde etkili olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

A.O.A.C., 1990. Association of Official Analytical Chemists Official Methods of Analysis (15th ed.). Arlington: A. Press.

AÇIKGÖZOĞLU, A.B., 2008. Antioksidanca Zengin Nar ve Vişne Konsantreleri Kullanılarak Hazırlanan Meyveli Yoğurtların Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 86s. ahead of probiotics. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.,* 8(1): 2049-2053.

AKALIN, S., 1993. Yoğurt ve benzeri ekşi süt mamullerinin üretimi ve bunların bazı özelliklerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar, E.Ü.Z.F. Süt Teknolojisi Bölümü, Doktora tezi, İzmir.255s.

AKALIN, S., 2002. Bazı probiyotik yoğurtlarda Bifidobakterilerin canlılığı üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 102s.

AKDAĞ F, GÜRLER H, TEKE B, UĞURLU M, KOÇAK Ö. 2017a. Jersey ırkı ineklerde cmt skorlarının ve skorların değerlendirilmesindeki farklılığın süt verimi, süt bileşimi ve subklinik mastitis tanısına etkisi. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi ;43(1): 44-51.

AKIN, M. B., FERLİASLAN, İ. ve AKIN, M. S., 2016. Apricot Probiotic Driking Yoghurt Supplied with Inulin and Oat Fiber. Advances in Microbiology, 6(14):999-1009.

AKIN, M. S. ve KIRMACI, Z. 2015. Influence of fat replacers on the chemical, textural and sensory properties of low-fat Beyaz pickled cheese produced from ewe's milk, 8s.

AKIN, N., 2006. Modern Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Damla Ofset, Konya, 456s.

AKOH , C.1998. Fat replacers. Food Technology, 52(3), 47-52.

ALP AVCI, G. ve ASLIM, B. 2009. İnsan Bağırsak Sisteminde Probiyotik Olarak Bifidobakterilerin Önemi," *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, vol.10, no.2, pp.343-354.

ANDERSON, J. W. ; ALLGOOD, L.D. ; LAWRENCE, A. ; ALTRİNGER, L.A. ; JERDACK G.R. ; HENGEHOLD, D.A. AND MOREL, J.G. 2000. Cholesterol-lowering effects of psyllium intake adjunctive to diet therapy in men and women with hypercholesterolemia: Meta-analysis of 8 controlled trials. American J. Clin.l Nutr. 71: 472.

ATAMER, M. ve SEZGİN, E., 1986. Yoğurtlarda Kurumadde Artırımının Pıhtının Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. Gıda, 11(6): 327-331.

BALADURA, E., 2011. Süzme Yoğurtlarının Fonksiyonel Özelliklerinin Arttırılmasında Bazı Diyet Liflerinin Kullanılması Üzerine Araştırmalar. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Manisa, 65s.

BARTOO, S.A. and BADRIE, N., 2005. Physicochemical, Nutritional and Sensory Quality of Stirred 'Dwarf' Golden Apple (Spondias Cytherea Sonn) Yoghurts. International Journal of Food Sciences and Nutrition. 56(6): 445–454.

BECH-LARSEN, T. and GRUNER, G.K., 2003. The Perceived Healthiness of Functional Foods a Conjoint Study of Danish, Finnish and American Consumers Perception of Functional Foods. Appetite, 40(1): 9–14.

BEK, Y. ve EFE, E., 1995. Araştırma ve Deneme Metotları Ders Kitabı. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Adana, 200s.

BİNDELS, L.B., DELZENNE, N.M., CANİ, P.D., WALTER, J. 2015. Towards a more
BLACKWOOD, A. D., SALTER, J., DETTMAR, P. W., & CHAPLİN, M. F. 2000. Dietary fibre, physiochemical properties and their relationship to health. Journal of the Royal Society of Health, 120, 242–247.
BLİSS, D.Z., JUNG, H.J., SAVİK, K., LOWRY, A., LEMOİNE, M., JENSEN, L., WERNER, C. and SCHAFFER, K., 2001. Supplementation with dietary fiber improves fecal incontinence. Nursing Res. 50:203.
BLUMENTHAL, M. A., GOLDBERG, J. and BRİNKMAN, J. 2000. Herbal medicine: Expanded commission E-monographs. Boston, MA: Integrated Medicine Communications.
BODYFELT, F.W., TOBIAS, J. and TROUT, G.M., 1988. The Sensory Evaluation of Dairy Products. An Avi Book Published by Van Nostrand Reinhold, New York, 598s.
CASSİR, N., BENAMAR, S.and LA SCOLA, B., 2016. Clostridium butyricum: from beneficial to a new emerging pathogen. *Clin Microbiol Infect*., 22(1): 37–45.
CHO, S. and DREHER, M., 2001. Handbook of dietary fibre. New York: CRC Press.
comprehensive concept for prebiotics. *Nat. Rev. Gastroenterol Hepatol*., 12(5):303-10.
CUEVA, O. and ARYANA, K. J., 2008. Quality Attributes of a Heart Healthy Yogurt LWT-Food Science and Technology, 41(3): 537-544.
CUMMİNGS, J. H., and STEPHEN, A. M., 1980. The role of dietary fibre in the human colon. Canadian Medical Association Journal, 123, 1109–1114
CUMMİNGS. J.H. and MACFARLANE. G.T., 1997. Role of intestinal bacteria in nutrient metabolism. Clinical Nut. 16: 3-11
CURTI, C. A., VIDAL, P. M., CURTI, R. N. and RAMON, A. N., 2017. Chemical Characterization, Texture and Consumer Acceptability of Yogurts Supplemented with Quinoa Flour. Food Science and Technology, 37(4):627-631.
ÇAYIR, M., 2007. Probiyotik kültür kullanılarak üretilen kayısı katkılı yoğurtların fizikokimyasal özellikleri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 67s.
ÇELEBİ, 2020. Holştayn ve simental ineklerinde barınak ve hayvan hijyenin bazı davranış özellikleri, süt verimi, süt bileşimi ve mastitis ile ilişkisi / The relationship between barn, animal hygiene and some behavioral characteristics, milk yield, milk composition and mastitis in holstein. Ondokuz Mayıs Üniversitesi / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü / Zootekni (Veterinerlik) Ana Bilim Dalı, Samsun.
ÇELİK, Ş., DURMAZ, H., ŞAT, İ. ve ŞENOCAK, G., 2009. Andız Pekmezi İçeren Set Tipi Yoğurtların Bazı Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri, GIDA 34 (4): 213-218.
ÇEVİK, G., 2013. Peyniraltı Suyu Tozu ve Turunç Ekstresi İlavesinin Probiyotik Yoğurt Üzerine Bazı Etkilerinin Araştırılması. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 137s.
ÇINAR, B.Ş., 2016. Probiyotik Yoğurt Üretiminde Ayva Tozu Kullanımının Ürünün Mikrobiyolojik ve Tekstürel Özelliklerinde Etkisi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 95s.

DAVE, R. I. and SHAH, N. P., 1997. Effect of Cysteine on the Viability of Yoghurt and Probiotic Bactera in Yoghurts Made with Commercial Starter Cultures. International Dairy Journal, 7(8):537-545.

DAVE, R. I. and SHAH, N.P., 1997b. Viability of Yoghurt and Probiotic Bacteria in Yoghurts Made from Commercial Starter Cultures. International Dairy Journal, 7(1): 31-41.

DAVE, R.I. and SHAH, N.P., 1997a. Viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts made from commercial starter cultures. International Dairy Journal, 7(1): 31-41.

DAVE, R.I. and SHAH, N.P., 1997b. Effectiveness of ascorbic acid as an oxygen scavenger in improving viability of probiotic bacteria in yoghurts made from commercial starter cultures. *International Dairy Journal*, 7(6-7): 435-443.

DAVE, R.I., SHAH, N.P., 1997a. Viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts made from commercial starter cultures. *International Dairy Journal*, 7(1): 31-41.

DELARGY, H. J., BURLEY, V. J. O., SULLİVAN, K. R., FLETCHER, R. J. and BLUNDELL, J. E., 1995. Effects of different soluble: Insoluble fibre ratios at breakfast on the 24-hour pattern of dietary intake and satiety. European Journal of Clinical Nutrition, 49, 754–766.

DESMAİSON, A. M., PASCAUR, H. and TIXIER, M., 1990. Lactose and galactose contents in various yoghurts and fermented milks. Sciences Des Aliments, 10: 357-368

DHAR, MK., KAUL, S., SAREEN, S. and KOUL, AK., 2005. *Psyllium husk*: Genetic diversity, cultivation, utilization and chemistry. Plant Genetic Resources 3(02):252 –263.doi: 10.1079/PGR200582.

DOĞAN, İ.S. ve KÜÇÜKÖNER, E., 1999. Düşük Yağ ve Kalori İçeren Gıdaların Hazırlanmasında Yağ İkamelerinin Rolü, Gıda, 24(6):417-424.

DONKOR, O.N., HENRIKSSON, A., VASILJEVIC, T. and SHAH, N.P., 2006. Proteolytic activity of dairy lactic acid bacteria and probiotics as determinant of growth and in vitro angiotensin-converting enzyme inhibitory activity in fermented milk. INRA, EDP Sciences, 86:21-38.

DONKOR, O.N., HENRİKSSON, A., VASİLJEVİC, T. and SHAH, N.P., 2006. Effect of acidification on the activity of probiotics in yogurt during cold storage. International Dairy Journal, 16(1): 1181-1189.

DREHER, M.L., 1987. Handbook of dietary fibre: An applied approach. NewYork.

DÜZGÜNEŞ, O., KESICI, T., KAVUNCU, O. and GÜRBÜZ, F., 1987. Researches and Practice Methods (Statistical Methods II). A. U. Agricultural Faculty, 1021:381.

EJTAHED, H. S., MOHTADİ-NİA J., HOMAYOUNİ-RAD, A., NİAFAR, M., ASGHARİ-JAFARABADİ, M., MOFİD, V. and AKBARİAN-MOGHARİ, A., 2011. Effect of probiotic yoğurt containing L. bulgaricus acidophilus and Bifidobacterium spp. lactis on lipid profile in individuals with type 2 diabetes mellitus. *Journal of Dairy Science*, 94 (7):3288-94.

EREN KARAHAN, L., 2016. Farklı Oran ve Üretim Aşamalarında Mikrobiyal Transglutaminaz İlavesinin Yarım Yağlı Beyaz Peynirin Özellikleri Üzerine Etkileri. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Şanlıurfa, 153s.

ERKAYA, T. ve ŞENGÜL, M., 2008. Yoğurtta Aroma Bileşenleri. Hasad Gıda, 24(248):32-37.

ERTAŞ, N. ve DOĞRUER, Y., 2010. Besinlerde Tekstür, Erciyes Üniv. Vet. Fak. Dergisi 7(1) 35-42s.

FERNANDEZ-GARCİA, E. J. and MC-GREGOR, J.U., 1997. Fortification of sweetened plain yogurt with insoluble dietary fibre. Journal of Food Research and Technology, 204(6), 433–437.

GAUDREAU, H., CHAMPAGNE, C. P., REMONDETTO, G. E., BAZINET, L. and SUBIRADE, M., 2013. Effect of catechins on the growth of oxygen-sensitive probiotic bacteria. Food Research International, 53:751–757.

GLUSAC, J, STİJEPİC, M., DURDEVİC-MLOSEVİC, D., MİLAOVİC, S, KANURİC K. and VUKİC, V., 2015. Growth and Viability of L. bulgaricus delbrueckii subsp. bulgarıcus and Streptococcus thermophilus in Traditional Yoghurt Enriched by Honey and Whey Protein Concentrate, Iranian Journal of Veterinary Research, Shiraz University.

GOHEL, M.C. PATEL, M.M. and AMIN, A.F., 2003. Development of modified release diltiazem HCl tablets using composite index to identify optimal formulation. Drug Development and Industrial Pharmacy, 29, 565–574.

GOHEL, M.C., AMIN, A. F., CHHABARIA, T., PANCHAL, M. K. and LALWANI, A.N., 2000. Modulation of drug release rate of diltiazem-HCl from hydrogel matrixes of succinic acid-treated Ispaghula husk. Pharmaceutical Development and Technology, 5, 375–381.

GOULD, A. W., 1977. Food Quality Assurance .The AVI Publishing Company, Inc., Wesport, Connecticut, USA, 314p.

GÖNCÜ, B., 2012. Dondurma Üretiminde Stabilizör Olarak Mikrobiyal Transglutaminazdan Yararlanma Olanakları. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 76s.

GÜMÜŞ, S., 2022. Yağı azaltılmış dondurma üretiminde yağ ikamesi ve stabilizör olarak plantago ovata (karnıyarık otu)'dan yararlanma olanakları. Harran Ünüversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği ananbilim Dalı. Şanlıurfa, s.114.

GRAJEK., W, OLEJAİK., A, and SİP., A., 2005. Probiotics, prebiotics and antioxidants as functional Foods. Vol.52 No:3/2005, 665-671. Acta Biochimica Polonica,
(https://acikerisim.ege.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/11454/3334/asliakpinar2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

GROSSKLAUS, R., 1996, Fat Replacers-Requirements From A Nutritional Physiological Point of Wiew, Fett/Lipid, 98(4):136-141.

GÜLER-AKIN, M.B., 2005. The effects of different incubation temperatures on the acetaldehyde content and viable bacteria counts of bio-yogurt made from ewe's milk. Society of Dairy Technology, 58(3): 174-179.

GÜRSOY, O., 2005. Bazı Probiyotik Bakterilerin Destek Kültür Olarak Beyaz Peynir Üretiminde Kullanımı, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İzmir.

HANEEF, I., FAİZAN, S., PERVEEN, R. and KAUSAR S., 2014. Impact of bio-fertilizers and different levels of cadmium on the growth, biochemical contents and lipid eroxidation of *Psyllium husk* Forsk Saudi J. Biol. Sci.

HASHİM, I. B., KHALİL, A. H. and AFİFİ, H. S., 2009. Quality characteristics and consumer acceptance of yogurt fortified with date fibre. Journal of Dairy Science, 92(11), 5403–5407.

HİLL, C., GUARNER, F., REİD, G., GİBSON, G.R., MERENSTEİN, D.J., POT B., MORELLİ, L.,CANANİ, R.B., FLİNT, H.J., SALMİNEN, S., CALDER, P.C. and SANDERS, M.E., 2014. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol*. 11(8):506–514.

HUYGHEBAERT, A., DEWETTİNCK, K. and DE GREYT, W., 1996. Fat Replacers, Bulletin of IDF, 317:10-15.

IDF, 1982. Determination Of The Total Solid Content (Cheese And Processed Cheese). Idf Standard 4A, Brussels: International Dairy Federation

IDF., 1993. Milk, Determination of Nitrogen Content, FIL-IDF 20B, Brussels, Belgium.

JOSE, N.M., BUNT, C.R. and HUSSAİN, M.A. 2015. Comparison of microbiological and

KARAASLAN S., ERDEM T. and ÖZTEKİN M. S., 2013. Mathematical Modelling and color Characteristics of Purslane Portulaca oleraceae L leaves Using Different Drying Methods. The Philippine Agricultural Scientist, 96, 267-274.

KILIÇ, S., 2001. Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, Yayın No:542, 452s.

KIZILASLAN N., SOLAK İ., 2016. Yoğurt ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri, 54s. Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, 34810 İstanbul, Türkiye , s.61.

KIRDAR S.S., 2001, Gün İ. Burdur' da süzme yoğurt üretimi üzerine bir araştırma. Gıda 2001; 26(2): 99-107.

KOCA, 2002. Bazı Yağ İkame Maddelerinin Yağı Azaltılmış Taze Kaşar Peynirinin Nitelikleri Üzerine Etkileri, 227s.

KÖSE, Ş. ve OCAK, E., 2014. Yoğurtta lezzet bileşenlerinin oluşumu ve bu oluşum üzerine etki eden faktörler. Akademik Gıda 12(2): 101-107.

KRASAEKOOPT, W., BHANDARI, B. and DEETH, H., 2003. Evaluation of Encapsulation Techniques of Probiotics for Yoghurt: A Review, International Dairy Journal, 13 (1): 3-23.

KUTLU, B. H., 2018. Yağı Azaltılmış Dondurma Üretiminde Yağ İkamesi Olarak Mikrobiyal Transglutaminazdan (Mtg) Yararlanma Olanakları. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 105s.

KURTULDU O., 2012. Probiyotik yoğurt üretiminde β-GLUKAN kullanımı. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 116s.

KÜÇÜKAKGÜL, Ö., KOÇAK, C., SEZEN, F. ve YILDIZ, F., 2009. Yağ ikame maddesi kullanılarak kurumadde artırımının yağsız yoğurdun kalitesi üzerine etkisi. Gıda, 34(5), 271-278.

LABELL, L.N., 1990. Use of soluble fibres as a stabilizer by incorporating fibre in the diet. American Journal of Dairy Science, 81, 65–66.

LABRECQUE, J., DOYON, M., BELLAVANCE, F. and KOLONDINSKY, J., 2006. Acceptance of functional foods: A comparison of French, 66 American and French Canadian consumers. Canadian Journal of Agricultural Economics, 54(4): 647–661.

LEE, S., BİRESAW, G., KİNNEY, M.P. and INGLETT, G.E., 2008b. Effect of cocoa butter replacement with a β-glucan-rich hydrocolloid (C-trim30) on the rheological and tribological properties of chocolates. Journal of the Science of Food Agriculture, 89(1): 163-167.

LEUNG, A. Y. and FOSTER, S., 1996. Encyclopedia of common natural ingredients used in foods, Drugs and Cosmetics (2nd ed., pp. 427–429). New York: Wiley.

LOLLO, P. C. B., MOURA, C. S., MORATO, P. N., CRUZ, A. G., CASTRO, W. F., BETİM, C.B., NİSİSHİMA, L., FARİA, J. A. F., MARÓSTİCA, M., FERNANDES, C.O. and AMAYA- FARFAN, J., 2013. Probiotic yogurt offers higher immuneprotection than probiotic whey beverage. *Food Research International,* 54(1):118-124.

LUNN, J. and BUTTRİSS, J.L., 2007. Carbohydrates and dietary fibre. Nutrition Bulletin, 32, 21–64.

MACİT, E., KARAOĞLU, M. M. and BAKIRCI, İ., 2019. Effects of Som Stabilizers on the Textural Properties of Set-Type Yogurt. Alinteri Journal of Agriculture Sciences, 34(1).

MALASHREE, L., ANGADİ, V., YADAV, K. S.and PRABHA, R., 2019. Postbiotics - one step

MARLETT, J.A., KAJS, T. M. and FİSCHER, M.H., 2000. An unfermented gel component of psyllium seed husk promotes laxation as a lubricant in humans. American J. Clin. Nutr.72: 784.

MASOOD, R, and MİRAFTAB, M., 2010. Psyllium: current and future applications. Medical and Healthcare Textiles. 244-253.doi: 10.1533/9780857090348.244

MATTILA-SANDHOLM, T., MYLLARINEN, P. M., CRITTENDEN, R, MOGENSEN, G., FONDEN, R. and SAARELA, M., 2002. Technological challenges for future probiotic foods. International Dairy Journal, 12:173– 182.

MCRORİE, J.W., DAGGY, B.P., MOREL, J.G., DİERSİNG, P.S., MİNER, P. B. and ROBİNSON, M., 1998. Psyllium is superior to docusate sodium for treatment of chronic constipation. Aliment. Pharmacol. Therapeut. 12: 491.

METİN, M. ve ÖZTÜRK, G. F., 2002. Süt ve Mamulleri Analiz Yöntemleri (Duyusal, Fiziksel ve Kimyasal Analizler). Ege Üniversitesi Ege Meslek Yüksekokulu Yayınları No:24. Ege Meslek Yüksekokulu Basımevi, Bornova-İzmir, 439s.

NİLÜFER, D. and BOYACİOĞLU, D., 2003. Süt ürünlerinde diyet liflerinin ingredyen olarak kullanimi. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu, 22–23 Mayis, Izmir, Türkiye, pp. 58–65.

OGNEAN, C., DARİE, N. and OGNEAN, M., 2006. Fat replacers. Journal of Agroalimentary Processes and Technologies, 2, 433-442.

OUWEHAND, A.C., SALMINEN, S. and ISOLAURİ, E., 2002. Probiotics: an overview of beneficial effects. Biyokimya ve Gıda Kimyası Anabilim Dalı, Turku Üniversitesi, FIN-20014 Turku, Finlandiya. Aug, 82(1-4):279-89.

OYSUN, G., 1991. Süt Ürünlerinde Analiz Yöntemleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, 230s.

OYSUN, G., 1996. Süt Ürünlerinde Analiz Yöntemleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 504. Ofset Basımevi. Genişletilmiş II. Baskı, İzmir, 230s.

ÖZBEY, F., 2004. Probiyotik Yoğurt Üretiminde Soya Sütünden Yararlanma Olanaklarının Araştırılması, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilimdalı, Ankara, 105s.

ÖZCAN, T. ve YILDIZ, E., 2016. Sebze Püresi ile Üretilen Yoğurtların Tekstürel ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4(7):579-587.

ÖZCAN, T., 2013. Determination of Yogurt Quality by Using Rheological and Textural Parameters. 2013 2nd International Conference on Nutrition and Food Sciences, Nutrition and Food Science II, 53:118-122.

ÖZÇELİK, S., 1998. Gıda Mikrobiyolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi yayın no: 7 (Ders kitabı), Atabey-ISPARTA, 135 s.

ÖZER, B., 2006. Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Sidas, İzmir, 488s.

ÖZER, B., ROBINSON, R. K., GRANDISON, A. S. and BELL, A. E., 1997. Comparison of Techniques for Measuring the Rheological Properties of Labneh (Concentrated Yoghurt). International Journal of Dairy Technology, 50(4): 129-133.

ÖZKAN ÖZDEMİR, P., FETTAHLIOĞLU, S. ve TOPOYAN, M., 2009. Fonksiyonel Gıda Ürünlerine Yönelik Tüketici Tutumlarını Belirleme Üzerine Bir Araştırma. Ege Akademik Bakış, 9(4), 1079 - 1099. probiotic characteristics of lactobacilli isolates from dairy food products and animal rumen contents. *Microorganisms*, 3(2):198-212.

parameters. Nutrition and Food Science, 2(53): 118-122.

RAFTER, J., 2002. Lactic acid and cancer prevention. *British Journal of Nutrition,* 88(1):89-94.

RAVULA, R. R. and SHAH, N. P., 1998. Effect of Acid Casein Hydrolisate and Cysteine on the Viability of Yogurt and Probiotic Bacteria in Fermented Frozen Dairy Desserts. Australian Journal of Dairy Technology, 53: 175-179.

ROSENTHAL, I. and BERNSTEIN, S., 1998. The survival of a commercial culture of bifidobacteria in milk products. Milchwissenshaft 53 (8). 441-443

SAAD, N., DELATTRE, C., URDACİ, M., SCHMİTTER, J.M. and BRESSOLLİER, P., 2013. An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field. *Food Sci Technol*., 50(1):1-16.

SAHAN, N., YASAR, K. ve HAYALOGLU, A.A., 2008. Physical, chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a β-glucan hydrocolloidal composite during storage. Food Hydrocolloids, 22(7): 1291-1297.

SAMONA, A. and ROBİNSON, R.K., 1994. Effect of yogurt cultures on the survival of bifidobacteria in fermented milks. J. Soc. Dairy Tech. 47 (2), 58- 60.

SANDERS, M. E. ve MARCO, M. L., 2010. Food Formats for Effective Delivery of Probiotics. Annual Review of Food Science and Technology, 1:65-85.

SANDERS, M.E., 1998. Overview of Functional Foods: Emphasis of Probiotic Bacteria. International Dairy Journal, 8: 341-347.

SEÇKİN, A.K. and BALADURA, E., 2012. Effect of using some dietary fibres on color, texture and sensory properties of strained yogurt. GIDA, 37(2), 63–69.

SERT D, AKIN, N. and DERTLİ E., 2011. Effect of sunflower honey on the physicochemical, microbiological and sensory characteristics in set type yoghurt during refrigerated storage, İnternational Journal af Dairy Technology.

SEVİLMİŞ, G., 2008. Bazı Fonksiyonel Gıdalarda Tüketici Kararları ve Bunları Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 107s.

SEVİLMİŞ, G., 2013. Yükselen Trend: Fonksiyonel Gıdalar, İTO Ar-Ge Bülten

SEZEN, A. G., 2013. Prebiyotik, Probiyotik ve Sinbiyotiklerin İnsan ve Hayvan Sağlığı Üzerine Etkileri. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimler Dergisi, 8:(3): 248-258.

SEZEN, F. ve KOÇAK, C., 2006. Fonksiyonel süt ürünleri teknolojisindeki gelişmeler. Türkiye 9. Gıda Kongresi,

SEZEN, F., KOÇAK, C. ve YILDIZ, F., 2007. Protein Esaslı Yağ İkame Maddesi Kullanımının Yağsız yoğurdun kalitesi üzerine etkisi. Gıda, 32(2), 101-108.

SHAH, N.P. and LANKAPUTHRA, W.E.V., 1997. Improving Viability of L. bulgaricus acidophilus and Bifidobacterium spp. ssp. in Yogurt. Int. Dairy Journal 7, 349-356

SİERRA, M., GARCİA, J. J., FERNANDEZ, N., DİEZ, M. J. and CALLE, A. P., 2001. Effects of Isphagula and guar gum on post prandial glucose and insülin concentrations in healthy subjects. European Journal of Clinical Nutrition, 55, 235–243.

SİERRA, M., GARCİA, J. J., FERNANDEZ, N., DİEZ, M. J. and CALLE, A. P., 2002. Therapeutic effects of Psyllium husk in type II diabetic patients. European Journal of Clinical Nutrition, 56, 830–842.

SODINI, I., REMEUF, F., HADDAD, S. and CORRIEU, G., 2004. The Relative Effect of Milk Base, Starter and Process on Yogurt Texture: A Review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 44:113-137.

SONG, D., IBRAHIM, S. and HAYEK, S., 2012. Recent Application of Probiotics in Food and Agricultural Science. http://dx.doi.org/10.5772/50121

TAMİME, A. Y. and ROBİNSON, R. K., 1985. Yogurt science and technology (pp. 146–166). New York: Permago Oxford Press.

TAMİME, A. Y. ve ROBİNSON, R. K., 1989. Yogurt science and technology. UK: Pergamon Press.

THAKUR ET AL. and AFR J., 2014. Evalutıon Of Antıbacterıal Actıvıty Of Prosopıs Julıflora (S.W.) Dc. Leaves 11(3):182-188.

THAKUR, V.K. and THAKUR, M.K., 2014. Recent trends in hydrogels based on psyllium polysaccharide: a review, J. Clean. Prod. 82 (2014) 1–15.

TROWELL, H. C., 1976. Definition of dietary fibre and hypotheses that it is a protective factor in certain diseases. American Journal of Clinical Nutrition, 29, 417–427.

TURNBULL, W. H. and THOMAS, H. G., 1995. The effect of Plantago ovate seed containing preparation on appetite variables, nutrient and energy intake. International Journal of Obesity Related Metabolic Disorders: Journal of International Association Study Obes, 19, 338–342.

UZUNER, A.E., 2012. Probiyotik Yoğurt Üretiminde Pirinç Sütü Kullanımı. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 99s.

ÜNAL, R. N. ve BESLER, H. T., 2008. Süt ve Sütün Beslenmedeki Önemi, Hacettepe Üniversitesi Besleme ve Diyetetik Bölümü.

ÜNVER, İ. H., 2014. Saccharomyces boulardii Kullanarak Probiyotik Yoğurt Üretimi ve Bazı Prebiyotiklerin Yoğurtların Çeşitli Nitelikleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 85s.

ÜSTÜNOL, Z, and GANDHI H., 2001. Growth and Viability of Commercial Bifidobacterium spp. spp. İn Honey-Sweetened Skim Milk, Journal of Food Protection,64 (11):1775-1779.

VALVERDE, D., LACA, A., ESTRADA, L. N., PAREDES, B., RENDUELES, M. and DİAZ, M., 2016a. Egg Yolk Fractions as Basic Ingredient in the Development of New Snack Products. International Journal of Gastronomy and Food Science, 3, 23– 29.

VAN DE CASTEELE S., VANHEUVERZWIJN, T., RUYSSE T., VAN ASSCHE P., SWINGS J. and HUYS, G., 2006. Evaluation of Culture Media for Selective Enumeration of Probiotic Strains of Lactobacilli and Bifidobacteria in Combination With Yoghurt or Cheese Starters. International Dairy Journal, 16(12): 1470- 1476.

VARGA, L., 2006. Effect of Acacia(Robinia pseudo-acacia L.) Honey on the Characteristic Microflora of Yogurt Refrigerated Storage, İnternational Journal of Food Microbiology 108.272-275.

VASİLJEVİC, T., KEALY, T. and MİSHRA, V.K., 2007. Effects of β-glucan addition to a probiotic containing yogurt. Journal of Food Science, 72(7): 405-411.

VATANSEVEN H., 2015. Yağ ikame maddesi olarak kullanılan olestranın fizikokimyasal özellikleri ile insan sağlığı ve çevre üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi. Yüksek LisansTezi, Namık Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ, s.86.

WEDAD A, METRY, and OWAYSS, A.A., 2009. İnfluence Of Incorporating Honey And Royal Jelly on the Quality of yoghurt Durıng Storage.,Egypt Journal Food Scientist 37:115 131.

WİTTİNGER, S.A. and SMİTH, D.E., 1986. Effect of sweetener and stabilizers on selected sensory attributes and shelf-life of ice cream. Journal of Food Science, 51(6), 1463–1466.

YAZICI, F. and M. DERVİŞOĞLU., 2003. Effect of pH Adjustment on Some Chemical, Biochemical and Sensory Properties of Civil Cheese Dyring Storage. Journal of Food Engineering, 56: 361-369.

YAZICI, F. ve DERVİŞOĞLU, M., 2006. Yağ Yerine Kullanılan Maddeler Ve Süt Ürünlerinde kullanımı. Gıda, 31(1), 11-19.

YILMAZ, L., 2006. Yoğurt benzeri fermente süt ürünleri üretiminde farklı probiyotik kültür kombinasyonlarının kullanımı. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, 154s.

YILMAZ-ERSAN, L., ÖZCAN, T., AKPINAR-BAYİZİT, A. and DELİKANLI-KIYAK, B., 2017. The characterization of the textural and sensory properties of buffalo milk yogurt. International Conference on Food and Agricultural Engineering (ICFAE), 11-12 Mayıs 2017, Lisbon, Portekiz.