

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÇAM BALININ PROBİYOTİK BAKTERİ CANLILIĞI VE PROBİYOTİK
YOĞURTLARIN BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Rozelin Münevver AYAZ
DANIŞMAN: Prof. Dr. Seval ANDİÇ

VAN-2021

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÇAM BALININ PROBİYOTİK BAKTERİ CANLILIĞI VE PROBİYOTİK
YOĞURTLARIN BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Rozelin Münevver AYAZ

Bu çalışma YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından FYL-2019-8020 No'lu
proje olarak desteklenmiştir

VAN-2021

KABUL VE ONAY SAYFASI

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Seval ANDİÇ danışmanlığında, Rozelin Münevver AYAZ tarafından sunulan “**Çam balının probiyotik bakteri canlılığı ve probiyotik yoğurtların bazı özellikleri üzerine etkisi**” isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 19/08/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile başarılı bulunmuş ve yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Seval ANDİÇ

İmza:

Üye: Prof. Dr. Elvan OCAK

İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üye. Mubin
KOYUNCU

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/..... tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza

Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Rozelin Münevver AYAZ



ÖZET

ÇAM BALININ PROBİYOTİK BAKTERİ CANLILIĞI VE PROBİYOTİK YOĞURTLARIN BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

AYAZ, Rozelin Münevver
Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Seval ANDİÇ
Ağustos 2021, 82 sayfa

Bu çalışmada çam balının probiyotik bakterilerin canlılığı (*Lactobacillus acidophilus* LA-5 (Chr. Hansen) ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12® (Chr. Hansen) ve probiyotik yoğurtların bazı özellikleri üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Yoğurt üretiminde kullanılacak sütün yağsız kurumaddesi %14'e standardize edilmiştir. Yoğurda işlenecek süt 3 gruba ayrılmıştır. Yoğurda işlenecek süt 3 gruba (A, B ve C) ayrılmıştır. A, B ve C grubu sütler sırasıyla yoğurt kültürü, yoğurt kültürü + *Lactobacillus acidophilus* LA-5 ve yoğurt kültürü + *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 kültürleri ile inoküle edilmiştir. Her 3 grup süt 3 kısma ayrılmıştır. Birinci kısım süte bal ilave edilmemiş, 2. kısım süt %5 ve 3. kısım süt ise %7 bal ilave edilmiştir. Üretilen yoğurt örnekleri +4°C'de 21 gün depolanmış ve depolamanın 1, 7, 14 ve 21. günlerinde belirlenen fiziko-kimyasal, yapısal, mikrobiyolojik ve duyu analizlere tabi tutulmuştur.

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre bal ilavesinin yoğurtlarda önemli düzeyde kurumadde artışına neden olduğu tespit edilmiştir. Depolama sonunda en düşük pH değerleri, bal ile birlikte *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 kültürünün kullanıldığı örneklerden elde edilmiştir. Depolama sonunda en yüksek su tutma kapasitesi değerleri B grubu örneklerde, en yüksek serum ayrılması değerleri ise C grubu örneklerde tespit edilmiştir. Bal ilavesi her üç grupta da viskozitenin azalmasına neden olmuştur. Yoğurt üretiminde %5 ve %7 bal ilavesi yoğurdun genel beğeni düzeyini etkilememiş, ancak probiyotik kültür kullanımı genel beğeni düzeyini düşürmüştür. Bal ilavesi *Lactobacillus acidophilus* LA-5 canlılığı üzerinde önemli düzeyde etkili olmamış ancak %7 bal ilavesi *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 canlılığını istatistiki olarak önemli düzeyde arttırmıştır.

Anahtar kelimeler: Bal, Fonksiyonel yoğurt, Prebiyotik, Probiyotik kültür

ABSTRACT

THE EFFECT OF PINE HONEY ON PROBIOTIC BACTERIAL VITALITY AND SOME PROPERTIES OF PROBIOTIC YOGURT

AYAZ, Rozelin Münevver
MSc. Thesis Food Engineering
Supervisor: Prof. Dr. Seval ANDİÇ
August 2021, 82 pages

In this study, it was aimed to investigate the effect of pine honey on the viability of probiotic bacteria (*Lactobacillus acidophilus* LA-5 (Chr. Hansen) and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12® (Chr. Hansen) and some properties of probiotic yogurts. The non-fat dry matter of milk used in yoghurt production is standardized to 14%. Milk is divided into 3 (A, B and C) groups. A, B and C group milks were inoculated with yogurt culture, yogurt culture + *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and yogurt culture + *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 respectively. Each 3 groups of milk is divided into 3 parts. While honey was not added to the first part of the milk, 5% honey was added to the second part of the milk and 7% honey to the third part of the milk. Produced yoghurt samples were stored at +4°C for 21 days and physico-chemical, structural, microbiological and sensory analyzes were performed on the 1st, 7th, 14th and 21st days of storage.

According to the results obtained in the study, it was determined that the addition of honey caused a significant increase in dry matter in yogurts. The lowest pH values at the end of storage were obtained from samples using *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 culture together with honey. At the end of storage, the highest water holding capacity values were determined in group B samples and the highest serum separation values were detected in group C samples. The addition of honey caused a decrease in viscosity in all three groups. The addition of 5% and 7% honey in yogurt did not affect the overall appreciation level of yogurt, but the use of probiotic culture reduced the overall level of appreciation. Honey addition did not have a significant effect on *Lactobacillus acidophilus* LA-5 vitability, however, the addition of 7% honey statistically significantly increased the viability of *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12.

Keywords: Honey, Functional yogurt, Prebiotic, Probiotic culture



ÖN SÖZ

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, bilgi ve tecrübelerini ne zaman danışsam benimle hiç esirgemedi paylaşan, katkı ve desteklerinden dolayı saygıdeğer danışman hocam Sayın Prof. Dr. Seval ANDİÇ'e sonsuz şükranlarımı sunup teşekkür ederim. Tez jürimde bulunan Sayın Prof. Dr. Elvan OCAK'a, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mubın KOYUNCU'ya, hem labaratuvar çalışmalarında hem de tez yazım sürecimdeki desteklerinden dolayı Arş. Gör. Şehriban OĞUZ'a, yine labavatuvar çalışmalarında ki desteklerinden dolayı değerli arkadaşım Dyt. Şevval ŞEVGİN'e, ayrıca tez projemin maddi olarak desteklenmesini sağlayan Van Y. Y. Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne, tez çalışmamda kullanılan probiyotik kültürleri sağlayan CHR Hansen Gıda Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketine aynı zamanda yoğurt kültürünü sağlayan Maysa Gıda'ya, bal temini ve analizler için BALPARMAK'a, tezimin bitmesinde emeği, katkısı sonsuz olan sevgili arkadaşım Kübra ÇELEBİ'ye ve tüm çalışmam boyunca en ufak emeği geçen herkese teşekkür ederim.

Ayrıca hayatımın her alanında yanımda olan ve her konuda desteğini hep yanımda hissettiğim babam Faysal AYAZ'a, ışıyla hayatımın her alanında aydınlatıcım olan ve bu süreçte beni hiç yalnız bırakmayan annem Gülcan AYAZ'a, tez yazdığım süre boyunca benimle beraber sabahlayan ve hayatıma hep neşe katan kardeşlerim Helin AYAZ ve M. Can AYAZ'a, çalışmam boyunca desteğini ve yardımlarını benden hiç esirgemeyen Elif SAPAN'a, son olarak ne zaman pes etsem bana yeniden güç veren, yüksek lisansa başlamamda dahil olmak üzere birçok konuda bana öncülük eden kıymetli eşim Rıdvan SÜSLÜ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

2021

Rozelin Münevver AYAZ



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Fonksiyonel Gıda	3
1.2. Probiyotikler.....	4
1.3. Prebiyotikler	7
1.4. Bal	10
1.4.1. Balın insan sağlığı üzerine etkileri.....	12
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	25
3.1. Materyal.....	25
3.2. Yöntem	25
3.2.1. Yoğurt üretimi.....	26
3.3. Yoğurt Örneklerine Uygulanan Fizikokimyasal Analizler	27
3.3.1. Kurumadde tayini.....	27
3.3.2. pH tayini.....	27
3.3.3. Asitlik tayini.....	27
3.3.4. Su tutma kapasitesi (Water holding capacity).....	28
3.3.5. Serum ayrılması (Sineresiz)	28
3.4. Yapısal Analizler	28
3.4.1. Viskozite tayini	28
3.4.2. Tekstür profil analizi (TPA).....	29
3.5. Yoğurt Örneklerine Uygulanan Mikrobiyolojik Analizler.....	29
3.5.1. Yoğurt bakterilerinin kültürel sayımı.....	29
3.5.2. Probiyotik bakterinin kültürel sayımı	30
3.6. Yoğurt Örneklerine Uygulanan Duyusal Analizler.....	30
3.7. Yoğurt Örneklerine Uygulanacak İstatistiksel Analizler	30

	Sayfa
4. BULGULAR	33
4.1. Yoğurt Örneklerinin Üretiminde Kullanılan Çam Balının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	33
4.3. Yoğurt Örneklerinin Fizikokimyasal Analiz Sonuçları.....	34
4.3.1 Kurumadde.....	34
4.3.2 pH.....	35
4.3.3 Titrasyon asitliği	36
4.3.4 Su tutma kapasitesi	38
4.3.5 Serum ayrılması	39
4.4. Yapısal Analizler.....	40
4.4.1. Viskozite	40
4.4.2. Sertlik (Hardness)	41
4.4.3. Yüzey yapışkanlığı (Adhesiveness)	43
4.4.4. İç yapışkanlık (Cohesiveness).....	44
4.4.5. Sakızımsılık (Gumminess).....	46
4.4.6. Esneklik (Springiness)	47
4.5. Mikrobiyolojik Analizler.....	48
4.5.1. <i>Streptococcus thermophilus</i> sayıları	48
4.5.2 <i>Lactobacillus acidophilus</i> LA5 sayıları	50
4.5.3 <i>Bifidobacterium animalis</i> subsp <i>lactis</i> BB-12 sayıları.....	51
4.6. Yoğurt Örneklerine Ait Duyusal Analiz Sonuçları	52
4.6.1. Renk	52
4.6.2. Görünüş.....	53
4.6.3. Koku.....	53
4.6.4. Kıvam.....	54
4.6.5. Lezzet	55
4.6.5. Genel Beğeni.....	55
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	57
5.1. Örneklerin Fizikokimyasal Analiz Sonuçlarının Değerlendirmesi	55
5.2. Yapısal Analiz Sonuçlarının Değerlendirmesi	62
5.3. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçlarının Değerlendirmesi	66
5.4. Duyusal Analiz Sonuçlarının Değerlendirmesi	71
KAYNAKLAR.....	77
ÖZ GEÇMİŞ.....	85

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Yoğurdun besinsel içeriği.....	2
Çizelge 1.2. Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmalar	6
Çizelge 1.3. Prebiyotik çeşitleri ve kaynakları	10
Çizelge 3.1. Duyusal değerlendirme tablosu	31
Çizelge 4.1. Çalışmada kullanılan bala ait analiz sonuçları	33
Çizelge 4.2. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin kurumadde değerlerine ait analiz Sonuçları	34
Çizelge 4.3. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin pH değerlerine ait analiz sonuçları	35
Çizelge 4.4. Çam balı ilavesi ile üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (laktik asit cinsinden, %)	37
Çizelge 4.5. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi değerlerine ait analiz sonuçları (%)	38
Çizelge 4.6. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin serum ayrılma değerlerine ait analiz sonuçları (%).....	39
Çizelge 4.7. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin viskozite değerlerine ait analiz sonuçları	40
Çizelge 4.8. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin sertlik (hardness) değerlerine ait analiz sonuçları (g).....	42
Çizelge 4.9. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin yüzey yapışkanlığı (adhesiveness) değerlerine ait analiz sonuçları (g.sn).....	43
Çizelge 4.10. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık (cohesiveness) değerine ait analiz sonuçları	45
Çizelge 4.11. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin sakızimsılık (gumminess) değerine ait analiz sonuçları (g)	46

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.12. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin esneklik (springiness) değerine ait analiz sonuçları.....	47
Çizelge 4.13. Yoğurt örneklerinin yoğurt <i>Streptococcus thermophilus</i> sayıları (logKOB/g).....	49
Çizelge 4.14. Yoğurt örneklerinin <i>L. acidophilus</i> LA-5 sayıları (log KOB/g).....	50
Çizelge 4.15. Yoğurt örneklerinin <i>Bifidobacterium animalis</i> subsp <i>lactis</i> BB-12 sayıları (log KOB/g)	51
Çizelge 4.16. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin renk değerine ait analiz sonuçları	52
Çizelge 4.17. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin görünüş değerlerine ait analiz sonuçları	53
Çizelge 4.18. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin koku değerlerine ait analiz sonuçları	53
Çizelge 4.19. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin kıvam değerlerine ait analiz sonuçları	54
Çizelge 4.20. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin lezzet değerlerine ait analiz sonuçları	55
Çizelge 4.21.Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin genel beğeni değerlerine ait analiz sonuçları	56

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Deneme de İncelenen Yoğurt Örneklerinin Üretim Aşamaları.....	26
Şekil 4.1. Depolama başlangıcında örneklerin kurumadde değerleri.....	35
Şekil 4.2. Depolama boyunca örneklerin pH değerleri.	36
Şekil 4.3. Depolama boyunca örneklerin titrasyon değerleri (laktik asit cinsinden).....	37
Şekil 4.4. Depolama boyunca örneklerin su tutma kapasitesi değerleri.....	39
Şekil 4.5. Depolama boyunca örneklerin serum ayrılma (sinerezis) değerleri.....	40
Şekil 4.6. Depolama boyunca örneklerin viskozite değerleri.....	41
Şekil 4.7. Depolama boyunca örneklerin sertlik değerleri.	42
Şekil 4.8. Depolama boyunca örneklerin yüzey yapışkanlık değerleri.	44
Şekil 4.9. Depolama boyunca örneklerin iç yapışkanlık değerleri.....	45
Şekil 4.10. Depolama boyunca örneklerin sakızimsılık (gumminess) değerleri	47
Şekil 4.11. Depolama boyunca örneklerin esneklik (springiness) değerleri	48
Şekil 4.12. Depolama boyunca örneklerin <i>Streptococcus thermophilus</i> sayıları.	49
Şekil 4.13. Depolama boyunca örneklerin <i>Lactobacillus acidophilus</i> LA5 sayıları.....	51
Şekil 4.14. Depolama boyunca örneklerin <i>Bifidobacterium animalis</i> subsp <i>lactis</i> BB-12 sayıları.....	52



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

g

Gram

mg

Miligram

kob

Koloni Oluşturan Bölüm

lab

Laktik Asit Bakterileri

°C

Santigrat derece

nm

Nanometre

Kısaltmalar

Açıklama

fos

Fruktooligosakkarit

gos

Galaktooligosakkarit

MRS

De Man Ragosa Sharpe

HPLC

Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi



1.GİRİŞ

Süt dişi memeli hayvanların yavrularını besleyebilmek üzere, hayvanların memelerinde farklı sürelerde salgılanan, içeriğinde yavrunun kendini besleyecek duruma gelene kadar alması gereken besin maddelerini belli oranlarda bulunduran kendine özgü tadı bulunan porselen rengi bir sıvıdır. Süt, elde edildiği canlıya göre isimlendirilir (koyun süyü, keçi sütü vb). Süt teknolojisinde genellikle süt kelimesi inek sütü için kullanılmaktadır (Metin, 2001). Süt, yoğurt peynir gibi süttten elde edilen ürünler insan yaşamı için en ihtiyaç duyulan gıdalardır (Çelik, 2002).

Süt diğer gıdalara nazaran daha çabuk bozulabilen bir gıdadır. Bunun nedeni bileşiminin besin yönünden çok zengin olması ve içeriğindeki su oranının çok yüksek olmasıdır. Süt hayvandan sağıldığı andan itibaren mikroorganizmalar için çok iyi bir gelişme ortamıdır ve uygun koşullar olduğu sürece mikroorganizmalar gelişmeye devam etmektedir (Atasoy ve ark., 2003; Arıcan, 2008).

Yoğurtta süt gibi insan hayatı için elzem olan besin maddelerini içeriğinde bulundurur. Hatta bu bileşenler yoğurtta süte oranla daha zenginleştirilmiş şekildedir (Yaygın, 1996). Türk Gıda Kodeksi'ne göre yoğurt; *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* bakterilerinin fermentasyonu ile meydana gelen, binlerce yıldan beri toplum sağlığı ve beslenmesi üzerinde önemli bir yer kaplayan süt ürünüdür (Anonim, 2009).

Yoğurt, yüzyıllardır güvenilir bir yiyecek ve birçok hastalık üzerinde iyileştirici etkisi olan bir gıda olarak kabul edilmiştir (Demirci ve Şimşek, 1997). Yoğurt, süte göre daha dayanıklı bir gıda maddesidir. Sıcak günlerde birkaç saatte bozulabilen süt, yoğurda işlendiğinde yüksek asitlik ve koruyucu maddeler sayesinde birkaç gün muhafaza edilebilmektedir (Akın, 2006).

Yoğurt günümüzde aynı ismiyle birçok ülkede tanınmaktadır. Bazı kaynaklar yoğurdun farklı bir ülke de yapıldığını iddia etse de diğer tüm dillerde de Türkçe de olduğu gibi ismi Yoğurt 'tur. (Demirci ve Şimşek, 1997). Yoğurt ile alakalı yapılan çalışmalar yoğurdun sağlık üzerine olumlu etkilerini destekledikçe yoğurt tüketimine olan bilinç artmaktadır. Böylece dünya genelinde yoğurt üretim ve tüketimi gittikçe yaygınlaşmaktadır. Kimyasal bileşiminden dolayı süte benzeyen yoğurt gerek üretildiği

süte gerekse uygulanan teknolojik işlemlerin farklılığına göre farklı kimyasal bileşenlere de sahip olabilir (Kızılaslan ve ark., 2016).

Çizelge 1.1. Yoğurdun besinsel içeriği (Kızılaslan ve ark., 2016).

Enerji	131.5 kcal
Protein	6.6 g (%21)
Yağ	7.6 g (%53)
Karbonhidrat	8.0 g (%26)
Lif	0.0 g
Doymuş yağ asidi	4.6 g
Tekli doymamış yağ asidi	2.3 g
Çoklu doymamış yağ asidi	0.3 g
Kolesterol	28.0 mg
D vitamini	0.0 µg
Demir	0.1 mg
Sodyum	100.0 mg
Potasyum	320.0 mg
Kalsiyum	260.0 mg
Fosfor	200.0 mg
Çinko	0.9 mg

Yoğurt, protein, kalsiyum, fosfor, B1 vitamini, riboflavin (B2 vit), ve B12 vitaminleri içeriği bakımından oldukça zengin bir üründür. Süte oranla çinko, folik asit, magnezyum değerleri daha yüksektir. Çocuk beslenmesinde günlük olarak önerilen A vitamini, folik asit, B12 vitamini, kalsiyum ve magnezyum miktarlarının önemli bir bölümünü yoğurt tek başına karşılayabilmektedir. Yoğurt üretimi sırasında kuru madde oranının artırılması kimyasal olarak süte benzeyen yoğurdun besin değerlerinde artışa sebep olmaktadır (Abd-El Fattah ve ark., 2010).

Yoğurtta meydana gelen laktik asit fermentasyonu sonucunda yüksek miktarda laktik asit oluşmakta ve buna bağlı olarak laktoz içeriği azalmaktadır. Bununla beraber serbest peptit, yağ asitleri ve amino asitler de artmakta olup beraberinde bazı vitamin

düzeylerinde artış ve azalış meydana getirmektedir, böylece yoğurdun besinsel değerlerinin yanı sıra fonksiyonel özellikleri de gelişmektedir (Çevik, 2013).

Yapılan araştırmalar düzenli yoğurt tüketiminin insanların immün (bağışıklık) sistemini geliştirdiğini desteklemektedir. Yoğurdun bağışıklık sistemine olan bu etkisi asidik bir ürün olup bağırsaklarda asitliğinin artmasına neden olmasından kaynaklanmaktadır. Bağırsaklarda asitliğin artmasına bağlı olarak zararlı mikroorganizma gelişimi baskılanmakta ve yoğurt bakterilerinin bağırsak çeperlerine tutunarak ortama hakim olmalarından dolayı zararlı mikroorganizmaların üremesini ve gelişmesini engellenmektedir. Yapılan çeşitli çalışmalar, düzenli yoğurt tüketiminin meme ve rahim kanseri riskini azaltabildiğini göstermiştir (Kahraman ve ark., 2018). Uzun yıllardır tüketiciler tarafından çok fazla talep edilen ve birçok fonksiyonel etkiye sahip olan yoğurt birçok kişi tarafından sağlıklı ürün olarak kabul görmüştür (Lourens-Hattingh ve ark., 2001).

1.1. Fonksiyonel Gıda

Besinlerin bir kısmının doğal yollardan hastalığın önlenmesi ve tedavi için kullanılmasına olan etkisi bilimsel olarak ortaya konulmuştur. Beslenmenin sağlık için ne kadar önemli olduğu günümüzde daha iyi anlaşılmıştır. Okuryazar oranının artması, yaşam şartlarının kaliteli olmaya başlaması tüketicilerin beslenme konusunda bilinç düzeyini arttırmıştır. Bu durum besin değeri yüksek, sağlık açısından olumlu etkileri olan fonksiyonel besinleri araştırmacıların ilgi odağı haline getirmiştir (Gülbandılar ve ark., 2017).

Vücudun temel besin öğelerine olan ihtiyacı karşılamamanın yanı sıra insan sağlığı ve vücut bileşenleri üzerinde faydaları olan, bu sayede hastalıklara karşı direnç oluşturma ve daha sağlıklı bir yaşam sürmeyi sağlayan gıda ve gıda bileşenleri fonksiyonel gıdalar olarak adlandırılmaktadır (Laudadio ve ark., 2015). Ek olarak bu gıdalar günlük diyetle eklenebilecek, katkı maddesi içermeyen, sağlığı ve iyi hali geliştirecek özelliklere sahip gıdalar olarak da bilinirler. Fonksiyonel gıdalar hiçbir işlemle geçmemiş doğal gıdalar olabilecekleri gibi fonksiyonel bir gıda bileşeni ile zenginleştirilmiş gıdalar da olabilir (Erbaş, 2006).

Her gıda fonksiyonel gıda olarak kabul edilemez. Bir gıdanın fonksiyonel olarak kabul edilebilmesi için biyoaktif bileşikler, probiyotik bakteriler, prebiyotik maddeler gibi insan fizyolojisine yararlı olan etkenlere sahip olması gerekmektedir (Erbaş,2006).

Fonksiyonel gıdalar bazı metobolik hastalıkların (kalp-damar hastalıkları, kanser, hipertansiyon, kolesterol, diyabet, ülser ve ishal gibi) oluşma risklerini azaltırlar (Gülbandılar ve ark., 2017).

Fonksiyonel gıda kavramı ilk olarak insanlarda mineral ve vitamin eksikliklerinin giderilmesi amacıyla bazı gıdalara vitamin ve mineral takviyesi ile ortaya çıkmıştır. Sonra ki yıllarda bağırsak florası üzerine yararlı olan ve genellikle probiyotiklerden oluşan katkı maddelerinin gıdalara eklenmesi kavramı ortaya çıkmıştır (Gürsoy ve ark., 2004).

Süt ürünleri fonksiyonel gıda pazarında önemli bir yere sahiptir. Fonksiyonel bileşenlerle zenginleştirilen süt kaynaklı fonksiyonel süt ürünleri insan sağlığına olan yararlı etkilerinden dolayı üretici ve tüketicilerin dikkatini çekmektedir. Dolayısıyla son zamanlarda fonksiyonel süt ürünlerinin üretiminde artış yaşanmaktadır. Günlük beslenmemiz için önemli olan süt ve süt ürünleri insanların ihtiyaç duyduğu besin öğeleriyle zenginleştirilerek faydalı bir ürün haline gelmektedir (Seçkin ve ark., 2011).

Probiyotikler sıklıkla yoğurt olmak üzere ekşi krema, bebek maması, meyve suyu, süttozu, dondurma, tereyağı, mayonez, et ve yulaf olarak bir çok besinlere eklenebilmektedir (Gülbandılar ve ark., 2017). *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* cinsleri süt ürünlerinde kullanılan probiyotik bakterilerdir (Seçkin ve ark., 2011).

1.2. Probiyotikler

Probiyotik kelimesi Latince “yaşam için” anlamına gelen ‘bio-tikos’dan gelmektedir. İlk olarak 1965 yılında Lily ve Stillwell isimli araştırmacılar tarafından diğer mikroorganizmaların gelişimlerini destekleyen maddeler için kullanılmıştır. Daha sonra Metchnikoff isimli bir Rus bilim adamı 1965 yılında ilk kez probiyotiklerin bağırsak mikroflorası üzerine etkisiyle ilgili bir çalışma yapmıştır. Bununla beraber probiyotiklerin vücuttaki toksik bir maddenin zehir etkisini inhibe ettiğini belirtmiştir (Dirican, 2017).

Probiyotikler; belirli miktarlarda alındığında konakçının bağırsak mikroflorasına fayda sağlayan ve genel olarak besinler ile beraber alınan canlı mikroorganizmalardır. Probiyotik gıdalar ise içerisinde raf ömrü bitene kadar yeterli miktarda canlı probiyotik mikroorganizmalar bulunduran gıdaları tanımlamaktadır (Ünver, 2014).

Mikroorganizmaların probiyotik olarak kabul edilmesi için bir takım özelliklere sahip olması gerekmektedir. Probiyotik olarak kullanılacak mikroorganizmalar;

- İnsan orjinli olmalı,
- İnsan sağlığına herhangi bir etkisi olup olmadığı belirlenmiş olmalı,
- Hastalık yapıcı herhangi bir etkiye sahip olmamalı
- Bağırsak mikrobiyotasına canlı olarak geçebilmeli
- Bağırsak yüzeyine tutunmalı ve bağırsak mikroflorasını dengeleyip aynı ortamda aktivitesini devam ettirmeli,
- Antibiyotiklere karşı dirençli olmalı ve bağırsak tedavisi için kullanılan antibiyotiklerden etkilenmemelidir (Koçak ve ark,2016).

Probiyotik mikroorganizmalar; bakteri veya maya olabilmektedir ancak en yaygın olan türleri probiyotik bakterilerdir. Bu bakteri türleri arasında ise gıdalarda en yaygın kullanılanları *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleridir. Çizelge 1.2’de probiyotik mikroorganizmalar gösterilmiştir.

Probiyotiklerin bağırsak florasını düzenleme, ishali önleme, bağışıklık sistemini güçlendirme, kolesterol seviyesini düzenleme, kanseri önleme, mineral emilimini artırma gibi yararlar sağladığı literatürlere geçmiştir (Fenderya ve ark., 2003). Probiyotiklerin tüm bu yararları gösterebilmesi için beraberinde prebiyotik kullanılması tavsiye edilmektedir (Cummings ve ark., 1997).

Probiyotik gıdaların beklenen yararlı etkilerini gösterebilmesi için gıda içerisinde 10^6 ile 10^7 CFU/ml miktarları arasında bulunması gerekir (Afzaal ve ark., 2019). Sindirim sistemimizde bulunan probiyotik bakterilerin çoğu kalın bağırsaklarda bulunur ve bu Gram (-) türleridir. Mide ve ince bağırsaklarda ise sayıları kalın bağırsakta bulunanlara göre daha azdır ve Gram (+) türleridir (Çevik, 2013). Sigara, stres, antibiyotik kullanımı, yanlış beslenme, alkol probiyotik sistemini bozabilmekte ve yararlı bakteri topluluğunu azaltarak, ishal, kabızlık, gastrit, ülser gibi rahatsızlıklara sebep olabilmektedir. Bağırsak dengesinin yeniden eski halini alabilmesi için dışarıdan destek alınması gerekmektedir (Gibson, 2000).

Çizelge 1.2. Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmalar (Salminen ve ark., 1998).

	<i>L. bulgaricus</i> , <i>L. Cellebiosus</i>
	<i>L. delbrueckii</i> , <i>L. lactis</i>
	<i>L. acidophilus</i> , <i>L. reuteri</i>
<i>Lactobacillus</i> türleri	<i>L. brevis</i> , <i>L. casei</i>
	<i>L. curvatus</i> , <i>L. fermentum</i>
	<i>L. plantarum</i> , <i>L. johnsonii</i>
	<i>L. rhamnosus</i> , <i>L. helveticus</i>
	<i>L. salivarius</i> , <i>L. Gasseri</i>
<i>Bifidobacterium</i> türleri	<i>B. adolescentis</i> , <i>B. bifidum</i> , <i>B. breve</i> , <i>B. infantis</i>
	<i>B. longum</i> , <i>B. thermophilum</i>
<i>Bacillus</i> türleri	<i>B. subtilis</i> , <i>B. pumilus</i> , <i>B. lentus</i> , <i>B. licheniformis</i> ,
	<i>B. coagulans</i>
<i>Pediococcus</i> türleri	<i>P. cerevisiae</i> , <i>P. acidilactici</i> <i>P. Pentosaceus</i>
<i>Streptococcus</i> türleri	<i>S. cremoris</i> , <i>S. thermophilus</i> , <i>S. intermedius</i> , <i>S. lactics</i> ,
	<i>S. diacetylactis</i>
<i>Bacteriodes</i> türleri	<i>B. capillus</i> , <i>B. suis</i> , <i>B. ruminicola</i> , <i>B. amylophilus</i>
<i>Propionibacterium</i> türleri	<i>P. shermanii</i> ssp. <i>Freudenreichii</i>
<i>Leuconostoc</i> türleri	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
Küfler	<i>Aspergillus niger</i> , <i>A. Oryzae</i>
Mayalar	<i>S. cerevisiae</i> , <i>C. torulopsis</i> , <i>S. boulardi</i> ,

Probiyotik ürünlere beslenmede düzenli yer verildiği zaman bireylerin sağlık durumlarının düzeldiği (Kolestrolün normal seviyeye gelmesi, bağışıklık sisteminin güçlenmesi vb.) yapılan çalışmalar ile desteklenmiştir (Dirican, 2017).

Yapılan bilimsel çalışmalarla probiyotiklerin sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin kanıtlanması ile tüketicilere probiyotik taşıyıcısı olan birçok farklı gıda önerisi sunulmaktadır. Bu ürünlerden bir tanesi de tüketiciler için birçok yararlı etkiye sahip olan yoğurttur (Hamann ve Marth, 1983). Üretimi sırasında yoğurda var olan yararlılığının daha da artırılması için yoğurt starterlerine ilave olarak veya tek başına

probiyotik kültür inoküle edilmekte ve probiyotik yoğurt üretimi gerçekleştirilmektedir (Gürgen, 2005). Fermente gıdalar arasında olan yoğurt probiyotiklerin ve prebiyotiklerin tüketiciler tarafından alımı için benzersiz ve oldukça önemli bir kaynaktır (Afzaal ve ark., 2019). Ancak probiyotik etkinin tüketicilere aktarılması için yoğurdun yeterli sayıda canlı hücre içermesi düzenli olarak tüketilmesi gerekmektedir.

Ünlü Rus bilim adamı Metchnikoff'un teorisine göre bağırsaklarda gelişme gösteren laktobasillerle fermente olmuş süt ürünleri sağlıklı ve uzun bir yaşam için iyi bir kaynaktır. Üretimde kullanılacak olan saf kültürün sağlıklı bir bireyin doğal bağırsak florasına ait olması gerekmektedir. Ayrıca sindirim sistemi koşullarına dayanıklılık gösteren bir bakteri tercih edilmelidir. Fermente edilen süt mamülü tüketildiği zaman seçilmiş olan bakteri bağırsaklarda gelişebilmeli ve kendisinden beklenen yararları sağlayabilmelidir ve tüketim anına kadar canlılığını koruyabilmelidir (Çakır, 2003).

Yoğurt üretiminde geleneksel olarak iki bakteri bulunmaktadır. Bu bakteriler sütteki laktozu laktik aside çeviren *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, ile beraber hareket etmektedir (Yurdakök, 2013). Geleneksel yoğurt mayalama bakterileri, *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* bağırsak bariyerinden geçerken canlılığını yitirir ve sonuç olarak insan bağırsak sisteminde bir role sahip değildir. Fonksiyonel özelliklere sahip probiyotik yoğurt üretiminde geline son noktada bazı yoğurt çeşitleri, geleneksel yoğurt organizmaları olan *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus*'a ek olarak probiyotik bakteri türlerini içerecek şekilde yeniden formüle edilmiştir (Lourens-Hattingh ve ark., 2001).

Yoğurt pazarı dünya üzerinde çok önemli bir yere sahiptir. Bu pazarın %8.4'lük kısmını ile probiyotik yoğurtlar oluşturmaktadır. Bu oran gelişmiş ülkeler de daha yüksektir. Probiyotik yoğurt pazarı dünya çapında yılda %15 ile 20 arası büyümektedir (Anonim, 2006).

1.3. Prebiyotikler

Probiyotik bakterilerin bazıları sütte istenilen oranda çoğalabilirken bazıları gelişmeyi uyarıcı etkenlere gereksinim duymaktadır (Seçkin ve ark., 2011). Bu etkenlerden bir tanesi de prebiyotiklerdir.

Prebiyotikler ilk kez 1995 yılında, Gibson ve Roberfroid tarafından tanımlanmıştır. Konakçının sağlığı üzerinde fayda sağlayan gastrointestinal mikroflora da bulunan yararlı mikroorganizmaların seçimli bir şekilde çoğalmasını sağlayan ve kalın bağırsağa direkt olarak geçen fermente olmuş besin bileşenlerini prebiyotik olarak tanımlanmaktadır. Prebiyotikler çok büyük oranda üst gastrointestinal sistemde sindirilemezler. Bu yüzden kalorileri yok ya da çok azdır. İnsan metabolizmasındaki sindirim enzimleri tarafından sindirilmedikleri bilinen prebiyotikler, dirençli kısa zincirli karbonhidratlar olarak da adlandırılmaktadırlar (Huebner ve ark., 2008; Okur ve ark., 2008).

Prebiyotikler kolonda sindirime direnç gösterip, sindirilmeden kolona kadar ulaşmayı başarırlar (Özyurt ve ark., 2014). Sindirilmeden kolona ulaşabilen prebiyotikler, bakteriler tarafından hidrolize edilirler. Hidroliz işlemini gerçekleştirmek özellikle bifidobakterlerin görevidir. Bu bakteriler fermentasyonu betafruktofranozidaz enzimi ile gerçekleştirirler. Fermentasyon işlemi sonucunda kısa zincirli yağ asitleri, kısa zincirli karboksil asitler ve organik asitler açığa çıkmaktadır (Coşkun, 2006). Fermentasyon sırasında bağırsak pH'sında meydana gelen düşüş vücut için çeşitli faydalar sağlamaktadır (Coşkun, 2005). Örneğin düşük pH'lı bağırsak ortamında minerallerin özellikle de kalsiyum mineralinin emilimi daha fazladır. Bu konuda yapılan bir çalışmada %5 fruktooligosakkarit içeren diyetle beslenen sıçanlarda bağırsaktaki fermentasyona bağlı olarak meydana gelen düşük pH'lı ortamda kalsiyum emiliminde %60-65 artış olduğu bildirilmiştir, aynı zamanda bu ortamda yararlı mikroorganizmalar çoğalabilirken, patojen mikroorganizmalarda çoğalma görülmemiştir (Coşkun, 2006). Prebiyotiklerin metabolizmaya faydalı olabilmesi günlük 8-40 g alınması gerekmektedir (Rao, 2001). Vücuda dışarıdan alınan prebiyotiklere ek olarak insan vücudu büyük oranlarda müsin formunda endojen prebiyotiklerde üretmektedir. Anne sütünde bebeklerin mikroflorasını pozitif yönde etkileyecek oligosakkaritler bulunmakta ve bu oligosakkaritler 'ilk ve orjinal' prebiyotik olarak kabul edilmektedir (Demirci ve ark., 2017). Prebiyotik tüketiminin belli başlı birçok hastalığın tedavisinde veya oluşma riskinin azaltılmasında etkili olduğu bilinmektedir. Bunlar kolon kanseri (toksik asit nötralizasyonu sonucu), osteoporozun önlenmesi (kalsiyum emiliminin artırılması sonucu) obezite ve tip 2 diyabet riskinin azaltılması, bağışıklık sisteminin düzenlenmesi gibi yaygın hastalıklardır.

Besin maddelerinin prebiyotik olarak kabul edilmesi için;

- Sindirime karşı direnç göstermesi
- Kolon bakterileri tarafından parçalara ayrılması
- Bir veya daha az sayıda bakterinin çoğalmasını desteklemesi
- Konakçının sağlığı üzerinde olumlu etkileri olması gerekmektedir (Coşkun, 2006).

Yapısındaki monosakkaritlerin çeşitleri ve dizilimi bakımından farklılıklar gösteren birçok prebiyotik bulunmaktadır (Andersson ve ark., 2001). Oligosakkaritler ve polisakkaritler bilinen en yaygın prebiyotiklerdir (Sezen, 2013). Bunun dışında bazı şeker alkoller, rafine karbonhidratlarında prebiyotik özellik gösterdiği bilinmektedir (Demirci ve ark., 2017). Prebiyotikler gelişmiş ve gelişmekte olan prebiyotikler olarak 2 gruba ayrılmıştır. İnülin, Fruktooligosakkaritler (FOS), Galaktooligosakkaritler (GOS), laktuloz ve polidekstroz gelişmiş prebiyotikler grubunda yer alırken, ksilooligosakkaritler ve laktitol gelişmekte olan prebiyotikler grubunda yer alır (Stowell, 2007).

Fruktooligosakkarit (FOS), galaktooligosakkarit (GOS), izomaltooligosakkarit (IMO), ve ksilooligosakkaritler (XOS) gibi prebiyotiklerin büyük bir kısmı bitki ve alg polisakkaritlerinin depolimerizasyonundan ya izole edilmektedir ya da sentezlenmektedir (Özyurt ve ark., 2014).

Çizelge 1.3. Prebiyotik çeşitleri ve kaynakları (Al-sheraji ve ark., 2013).

Prebiyotik Çeşitleri	Kaynaklar
Fruktooligosakkaritler	Kuşkonmaz, şeker kamışı, sarımsak, hindiba, soğan, yer alması, buğday, bal, muz, domates, çavdar, arpa
İzomaltuloz	Bal, şeker kamışı şerbeti
Galaktooligosakkaritler	İnsan sütü, inek sütü
Rafinoz oligosakkaritleri	Mercimek, bezelye, fasulye taneleri
Ksilooligosakkaritler	Bambu kökleri, meyveler, sebzeler, süt, bal ve buğday kepeği
Siklodekstrinler	Suda çözülebilir glukanlar
Soyaoligosakkaritleri	Soya
Laktuloz	Laktoz (Süt)
Laktosukroz	Laktoz
İzomaltuloz	Sukroz
Palatinoz	Sukroz
Maltooligosakkaritler	Nişasta
İzomaltooligosakkaritler	Nişasta
Arabinoksilooliosakkaritler	Buğday kepeği
Enzime dirençli dekstrin	Patates nişastası

1.4. Bal

Türk Gıda Kodeksi (2012/58) Bal Tebliği'nde, bal; bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürün olarak tanımlamaktadır. Modern kovanlarda, içerisinde temel petek kullanılmadan, arılar tarafından peteği ile beraber üretilen bala doğal petekli bal; içerisinde temel petek kullanılmadan, karakovanlarda arılar tarafından peteği ile beraber üretilen bala karakovan balı; yabancı tat ve kokuya sahip veya fermentasyona başlamış veya fermente olmuş veya yüksek işlem görmüş, endüstriyel

veya daha sonra işlenecek diğer gıda maddelerinde bileşen olarak kullanılma amaçlı bala ise fırıncılık balı denir (Anonim, 2012)

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (Anonim 2012) kapsamında piyasaya sunulan veya insan tüketimi amacıyla herhangi bir gıda maddesinde bileşen olarak kullanılan bala ait özellikler aşağıda ki gibidir;

- Bala dışardan hiçbir madde katılamaz buna gıda katkı maddeleri de dâhil olmak üzere. Balın doğal bileşiminde bulunmayan organik ve inorganik maddelerden arındırılmış olması gerekir. Fırıncılık balı dışında bal; bala ait olmayan yabancı tat ve kokuda, fermentasyonu başlamış, asitliği yapay olarak değiştirilmiş veya içerdiği doğal enzimleri parçalayacak şekilde ısıtılamaz.
- Balın kendine özgü koku ve tada sahip olması gerekir ve balın tadı ve aroması balın kaynağına ve üretildiği bitkinin türüne bağlı olarak değişmektedir (Alak, 2015).

Bal bileşiminde bulunan çeşitli vitaminler, mineraller, amino asitler, karotenoidler, organik asitler, aromatik bileşenler ve enzimler nedeniyle sindirimi kolay besleyici, birçok hastalığa karşı koruyucu ve tedavi edici özellik gösteren fonksiyonel bir gıdadır (Mutlu ve ark., 2017). Bal yaklaşık olarak %35 glukoz, %40 fruktoz ve %5 sukroz gibi şekerlerden ve %17 sudan oluşmaktadır. Geri kalan %3'lük kısım başta enzimler olmak üzere aminoasitler, glukonik asit, fenol bileşikler, lakton, mineraller ve çeşitli vitaminler gibi 180 kadar farklı maddeyi kapsamaktadır. Bal da ayrıca birçok değerli mineraller de (demir, bakır, potasyum, kalsiyum, magnezyum, fosfor, silisyum, alüminyum, krom, nikel, kobalt vb.) bulunmaktadır (Alak, 2015).

Bal, şifa veren, antibakteriyel ve antienflamatuar özellikleri nedeniyle dünyadaki çeşitli tıbbi geleneklerde kullanılan oldukça besleyici bir doğal besindir (Spilioti ve ark., 2014). Balın bilinen en belirgin özelliği tatlı olmasıdır. Bunun içeriğinde ki şeker çeşitlerinden dolayı olduğu bilinmektedir (Çiftçi, 2018). Bal ayrıca, bazı patojenlere karşı probiyotiklerle sinerjik olarak hareket edebilen antimikrobiyal bileşenlere ek olarak, laktobasil ve bifidobakterilerin büyümesini teşvik edebilen oligosakkarite sahip olduğu için potansiyel bir prebiyotik olarak da kabul edilmektedir (Mohan ve ark., 2017).

1.4.1. Balın insan sağığı üzerine etkileri

1.4.1.1. Antimikrobiyal etki

Balın antimikrobiyal etkisi düşük su aktivitesi ve yüksek asitlik değerlerinden kaynaklanmaktadır. Bunun yanında hidrojen peroksit, flavonoid ve fenolik asit gibi bileşikleri de yapısında bulundurmasından dolayı antimikrobiyal etki gösterdiği bilinmektedir. Balın insanlarda hastalık oluşturan patojen bakterilerin gelişimini en düşük seviyeye düşürmesi bu özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Mutlu ve ark., 2017).

1.4.1.2. Antioksidan etki

Havada bulunan oksijen ile gıda bileşenleri arasında gerçekleşen etkileşimden kaynaklanan oksidasyon reaksiyonu gıdalarda genellikle besin değeri kaybıyla sonuçlanmaktadır. Bununla beraber bu oksidasyon renk, tat ve koku değişimi gibi istenmeyen sorunlara da neden olabilmektedir. Gıdalarda doğal olarak bulunabilen ya da dışarıdan ilave edilen ve oksidasyon reaksiyonlarını engelleyen maddeler antioksidan maddeler olarak ifade edilmektedirler (Saldamlı, 2007).

Doğal olarak antioksidan özellik gösteren gıdalardan biri de baldır. Balın antioksidan madde içeriğı birçok nedene bağılı olarak değışiklik göstermektedir. Bu nedenler toplandığı bitkisel kaynak, mevsimsel ve çevresel faktörlerdir. Balın antioksidan etkisi yapısında bulunan glikoz oksidaz, katalaz ve peroksidaz gibi enzimlerin yanı sıra flovonoidler, fenolik asitler, çeşitli karotenoidler ve tiamin, riboflavin ve askorbik asit gibi vitaminlerden kaynaklanmaktadır (Mutlu, 2016).

1.4.1.3. Sindirim sistemi üzerine etkileri

Gastroenteroloji anekdotları geçmişte gastrointestinal hastalıklara karşı doğal balın tıbbi olarak tedavi edici kullanıldığı görüşünü savunmaktadır. Günümüzde hala ülser ve gastrit gibi hastalıkların önlenmesi için balın tıbbi tedavi amaçlı kullanımı desteklenmektedir. Balın gastrit ve ülserle neden olan *Helicobacter pylori*'nin gelişimini inhibe ettiği ve hastalıkların etkilerini azalttığı rapor edilmiştir (Ajibola ve ark., 2012).

Ayrıca tıbbi antibiyotiklerin aksine bakterilerde bala karşı herhangi bir direnç gelişmediği ve sürekli olarak kullanılabilir olduğu rapor edilmiştir (Mutlu, 2016).

Balın kalitatif ve kantitatif karbonhidrat bileşimi değişkendir ve balın çiçek kaynağına bağlıdır. Aslında bal, yaklaşık %17- %20 su içeren aşırı doymuş bir şeker çözeltisidir. Balın %90 içeriği glukozdur ve yapısında panoz, melezitoz, rafinoz gibi 25 farklı oligosakkarit çeşidi bulundurmaktadır. Bu oligosakkaritlerin fruktooligosakkarit ve glukooligosakkaritler ile benzer etki gösterdiği ve bağırsakta bulunana bifidobakterlerin gelişimini arttırıp prebiyotik etki gösterdikleri bilinmektedir (Karadal ve ark., 2012; İlyasov ve ark., 2012). Sıçanların bağırsak sistemi üzerine yapılan bir çalışma da balın laktik asit bakterileriyle fermente edilmiş yağsız sütte laktik asit üretimini desteklediği kayıtlara geçmiştir (Shamala ve ark., 2000).



2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Fermente Süt Ürünleri Tebliği (2011)'ne göre sütün uygun mikroorganizmalar tarafından fermentasyonu ile pH değerinin koagülasyona yol açacak veya açmayacak şekilde düşürülmesi sonucu oluşan ürünlere fermente süt ürünleri denilmektedir. Fermente süt ürünleri içermesi gereken mikroorganizmaları yeterli sayıda, canlı ve aktif olarak içermelidir. Yoğurt da, fermentasyonda özel olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un simbiyotik kültürlerinin kullanıldığı fermente süt ürünü olarak tanımlanmaktadır (Bozova, 2014).

Yoğurt, kimyasal bileşimi bakımından süte benzemektedir. Ancak üretimi sırasında kurumadde oranının arttırılması yoğurdun besin değerinin de artmasına olanak sağlar. Fermentasyon işlemi sırasında yoğurdun sindiriminin de kolaylaştığı bildirilmektedir. Buna neden olarak da fermentasyon sırasında proteinlerin hidrolize olması nedeniyle serbest aminoasit ve peptit oranının yükseldiği ayrıca uygulanan ısıl işlemde katkısı olduğu gösterilmektedir. Yoğurt içerdiği besin maddeleri açısından ideal ve hayati öneme sahip bir gıda maddesidir. Yoğurdun biyolojik değeri yüksek, hazmı kolaydır (Gürsoy, 2015).

Gıdaların probiyotik gıda tanımına uygun olabilmesi için raf ömrü bitene kadar yeterli miktarda canlı probiyotik mikroorganizma (10^8 KOB/gram) içermesi gerekmektedir. Yoğurt üretiminde sürekli olarak kullanılan bakteriler *Lactobacillus acidophilus* ve bifidobakterlerdir. Bu üretim sonrası ortaya çıkan ürün probiyotik yoğurt adını almaktadır (Kızılaslan ve ark., 2016). Fermente süt ürünleri sektöründe en hızlı gelişen alanlardan biride probiyotik yoğurtlardır. Dünyada probiyotik yoğurt pazarının, toplam yoğurt pazarı cirosunun %8.4'lük bölümünü oluşturduğu bilinmektedir. Gelişmiş ülkelerde bu oran daha da yüksektir. Dünya fonksiyonel gıda pazarında en hızlı büyüyen alan fonksiyonel süt ve yoğurt ürünleridir (Karakuş, 2013).

Probiyotikler ve prebiyotikler sağlık üzerinde birçok olumlu etkiye sahiptir. Bu nedenle fonksiyonel gıda üretiminde sıkça kullanılmaktadırlar. Probiyotikler genel olarak yeterli miktarda alındığında bağırsak sistemindeki mikrobiyel dengeyi iyileştirirler. Prebiyotikler ise mide ve ince bağırsakta sindirilmeden direk kalın bağırsağa geçerler. Kalın bağırsağa geçen prebiyotikler burada bulunan *Lactobacillus*

spp. ve *Bifidobacterium* spp. gibi probiyotik bakterilerin gelişmelerini ve aktivitelerini arttırmasını destekler. Prebiyotik özelliğe sahip en önemli gıda bileşenleri arasında fruktooligosakkarit, inülin, glukooligosakkarit, galaktooligosakkarit, ksilooligosakkarit, izomaltooligosakkarit, gentiooligosakkarit, laktuloz, laktosukroz, polidekstroz, pirodekstrin, rafinoz ve dirençli nişasta gösterilebilir (Akkaya ve ark., 2018).

Probiyotik ve prebiyotiklerin beraber kullanıldığı gıdalara sinbiyotik adı verilmektedir. Sinbiyotiğin tek başına göstereceği etki probiyotik ve prebiyotiklerin tek başına kullanıldığında göstereceği etkiden daha fazladır. Bu nedenle fonksiyonel gıda üretimlerinde sinbiyotiğe yer verilmesi önerilmektedir (Şener ve ark., 2008).

Probiyotik laktobasillerin ve bifidobakterilerin çoğalmasını artırarak bağırsak mikrobiyomunun kompozisyonunu değiştirmeye yönelik in vivo ve in vitro çalışmaların birçoğu inulin ve oligofruktoz gibi prebiyotik fruktooligosakkaritler (FOS) üzerinde odaklanmıştır. Yaygın FOS kaynakları hindiba, sarımsak, soğan, kudüs enginar, muz, buğday, kuşkonmaz ve pırasa gibi bitki bazlı gıdaları içerir ve birçok gelişmekte olan prebiyotikler de benzersiz sağlık ve teknolojik işlevleri nedeniyle araştırılmaktadır (Ünver, 2014).

Bal, şifa veren, antibakteriyel ve antiinflamatuvar özellikleri nedeniyle dünyadaki çeşitli tıbbi geleneklerde kullanılan oldukça besleyici bir doğal besindir (Spilioti ve ark., 2014). Balın bilinen en belirgin özelliği tatlı olmasıdır. Bunun içeriğinde ki şeker çeşitlerinden dolayı olduğu bilinmektedir (Çiftçi, 2018). Gastroenteroloji anekdotları geçmişte gastrointestinal hastalıklara karşı doğal balın tıbbi olarak tedavi edici olarak kullanıldığı görüşünü savunmaktadır. Günümüzde hala ülser ve gastrit gibi hastalıkların önlenmesi için balın tıbbi tedavi amaçlı kullanımı desteklenmektedir. Balın gastrit ve ülsere neden olan *Helicobacter pylori*'nin gelişimini inhibe ettiği ve hastalıkların etkilerini azalttığı rapor edilmiştir (Ajibola ve ark., 2012). Ayrıca tıbbi antibiyotiklerin aksine bakterilerde bala karşı herhangi bir direnç gelişmediği ve sürekli olarak kullanılabilir olduğu rapor edilmiştir (Mutlu, 2016).

Bal, potansiyel bir prebiyotik olarak kabul edilmektedir. Çünkü bazı patojenlere karşı probiyotiklerle sinerjik olarak etki edebilen antimikrobiyal bileşenlere ek olarak, laktobasil ve bifidobakterilerin canlılığını destekleyebilen oligosakkaritlere de sahiptir (Rashid ve ark., 2012). Bal oligosakkaritleri içeren karşılaştırmalı bir çalışma da bal; kesin bir prebiyotik potansiyeli olarak gösterilmiştir (Suarez ve ark, 2010).

Dünyanın farklı bölgelerinde balın, farklı duysal ve fizyokimyasal özelliklere sahip unifloral çeşitleri vardır. Popüler unifloral ballardan bazıları Akasya, Kestane, Yonca, Manuka, Üzüm ve Yabani kekiktir. Bununla birlikte, polifloral tiplerin her bir ürünü, farklı bileşime ve organoleptik özelliklere sahiptir. Bal esas olarak fruktoz ve glikoz olmak üzere süper doymuş bir şeker çözeltisidir ve çok sayıda diğer küçük bileşenlere sahiptir. Sakkaroz ve maltoz gibi disakkaritler ve 3-10 monosakkarit birimleri içeren birkaç yüksek oligosakkarit balın çeşidine bağlı olarak % 5 ila %10'unu oluşturur.

Bal, olgunlaşma sırasında glikoz oksidasyonu ile oluşan yüksek şeker içeriği, asitliği ve hidrojen peroksit gibi faktörlere bağlı olarak doğal antibakteriyel aktiviteye sahiptir ayrıca potansiyel olarak prebiyotik oligosakkaritler ve antibakteriyel bileşenler içerir, bunların her ikisi de patojenlere karşı probiyotik etkinliği arttırabilir (Mutlu ve ark., 2017).

Son yıllarda doğal gıda katkı maddelerinin kullanımına ve insan sağlığını olumlu yönde etkileyen besin maddelerine olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Özellikle fruktoz (%38.4) ve glikoz (%30.3) içeren doğal bir şurup olan bal, insan sağlığına yararlı bir besin olması nedeniyle çeşitli gıdalarda ikame tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır. Yaklaşık 3.9'luk gibi düşük bir pH değerine sahip olan bal birçok gıda ile asitlik açısından uyumludur. Buna ek olarak balın çözeltilerin ekşiliğini azaltma yeteneği vardır. Bu özelliği nedeniyle yoğurt gibi asidik ürünlerin tüketici tarafından kabul edilebilirliğini arttırmaya yönelik kullanılabilir. Yine de ballı yoğurt kombinasyonları nispeten nadirdir. Bu durumun nedeni ise balın laktik starter kültürler üzerinde inhibe edici etki göstermesidir. Baldaki antibakteriyel özelliğe neden olan faktörler henüz tam olarak bilinmemektedir. Yüksek şeker içeriği (mikroorganizmaların gelişmesi için gerekli su miktarını sınırlar), nispeten yüksek asitlik, organik asitlerin düşük konsantrasyonlardaki hidrojen peroksidin varlığı bu faktörlerin tabanını oluşturmaktadır. Ayrıca dikkat edilmesi gereken bir hususta balın çiçek kaynaklarına bağlı olarak değiştiği söylenen antimikrobiyel karakteristiğidir (Varga, 2006).

Varga (2006) yaptığı bir çalışmada, akasya balının yoğurdun çeşitli özellikleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bu amaçla %12 kurumaddeli süte 90°C'de 10 dak. ısıtım işlemi uygulanmıştır. Daha sonra 4 gruba ayırdığı sütün ilk üç grubuna sırasıyla %1, %3 ve %5 oranlarında bal eklenmiş dördüncü gruba ise bal ilave etmeden kontrol grubu

olarak değerlendirmiştir. Hazırlanan 4 grup süt yoğurt kültürü ile inoküle edilmiş ve 42.5°C’de pH 4.5-4.6 oluncaya kadar inkübe edilmiştir. Çalışma sonucunda balın yoğurt starterleri, pH’sı ve asitliği üzerinde önemli düzeyde etkili olduğu bildirilmiştir.

Chick ve arkadaşları (2001) yaptıkları bir çalışmada, kuru maddesi %12 oranında olan süte, %5 (w/w) bal, früktoz veya sükroz ilave ederek pastörize etmiş ve *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* ve *Bifidobacterium bifidum* kültürleri ile inoküle edilerek 37°C’de 24 saat süreyle inkübe etmişlerdir. Bu çalışmada bakterilerin canlılıkları, fermentasyon seviyesi ve fermentasyon sürecince oluşan metabolitler (laktik asit ve asetik asit) ise HPLC ile analiz edilmiştir. Yapılan incelemelerde balın diğer tatlandırıcılarla benzer şekilde 4 organizmanın da gelişimini arttırdığı ve inhibitör etki göstermediği tespit edilmiştir. Laktik asit üretiminin tüm mikroorganizmalar da benzer olduğu ve *Bifidobacterium bifidum* hariç diğer mikroorganizmaların tatlandırıcı tipi tarafından etkilenmediği rapor edilmiştir. *Bifidobacterium bifidum*’un bal varlığındaki gelişimi sonucu laktik asit üretiminin önemli düzeyde arttığı, asetik asit üretiminin ise etkilenmediği belirlenmiştir.

Dirican (2017) yaptığı bir çalışmada am balı ilave edilmemiş ve farklı oranlarda (%2, %4, %6) am balı ilave edilmiş probiyotik yoğurtların depolamanın 1, 7, 14 ve 21. günlerinde fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini araştırmıştır. Depolamanın 7. gününde hazırlanan bu yoğurtlar da duyuusal analiz de gerçekleştirmiştir. Araştırmanın amacının am balının probiyotik yoğurt özelliklerine etkisini incelemek olduğu belirtilmiştir. Yapılan analizler sonucunda farklı oranlar da am balı ilave edilmiş probiyotik yoğurtlarda depolama boyunca pH değerlerinin düştüğü, serum ayrılması değerlerinin ve su tutma kapasitesinin azaldığı, titrasyon asitliği değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarında *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus acidophilus* sayılarında depolamanın ortalarına doğru bir azalma olduğu kayıt edilmiştir. İlerleyen günlerde bu sayılarda artış olduğu saptanmıştır.

Karakuş (2013) yaptığı bir çalışmada meyveli yoğurdun kalite kriterlerini etkilemeden yoğurt üretiminde şeker kullanımını azaltmak probiyotiklerin gelişimini teşvik etmek için prebiyotik lif içeren stevia’nın kullanım olanaklarını araştırmıştır. Çalışmada sade, %10 şeker, stevia (%2.5 , %2 , %1.5), stevia + şeker (% 5 + %1.25, %5 + %1; %5 + %0.75) ilaveli ilek aromalı probiyotik yoğurt üretilmiştir. Örneklerin pH

değerlerinin ilk hafta azalırken daha sonra sabit kaldığı not edilmiştir. Genel olarak *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* sayılarının depolama sürecinde azaldığı saptanmıştır.

Yapılan bir çalışmada prebiyotik aktivite deneyi kullanılarak fruktooligosakkaritlerin ve inülinin fonksiyonel prebiyotik stabilitesi belirlenmiştir. Prebiyotik aktivite değerleri eş değer şartlar altında *Escherichia coli*'ye göre prebiyotikte *Lactocaseibacillus paracasei* 1195'in hücre biyokütlesindeki değişime göre belirlenmiştir. Prebiyotikler (%10 FOS ve %2 inülin) sitrat ve fosfat tampon çözeltilerinde çözülmüştür. Daha sonra 3 farklı işleme tabi tutulduğu belirtilmiştir. Düşük pH (3-6) , düşük pH ve ısıtma (85°C de 30 dk pH (4-7) ve mailard reaksiyonu (%1 glisin ile 85°C'de pH 7.0 ile 6 saate kadar) ile test edildiği belirtilmiştir. Bütün işlemler sonucunda skorlarda değişme olmazsa eğer prebiyotikler stabil kabul edilecektir. Gıda işleme koşullarına tabi tutulan prebiyotiklerin fonksiyonel stabilitesini tanımlayan kantitatif prebiyotik aktivite skorları belirlenmiştir. Prebiyotik aktivite; düşük pH ve Mailard Reaksiyonu işlemlerinin sonucunda kararlı yapıda kalmış ancak düşük pH'da ısıtılma işleminden sonra azalma olduğu belirtilmiştir (Huebner ve ark., 2008).

Rashid ve arkadaşlarının (2002) yaptığı başka bir çalışmada tüketicilerin artık yüksek kaliteli probiyotik ürün talep ettiklerini vurgulamışlardır. Buradan yola çıkarak yoğurda bal eklemiş ve yoğurttaki probiyotik kaliteyi takip etmişlerdir. Araştırmamanın temel amacının farklı seviyelerdeki balın (%5, %10, %15 ve %20) yoğurdun kimyasal duysal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi olarak belirtilmiştir. Çalışmada %3.5 yağ %12 kuru madde içeren süte bal ilave edilmiş ve süt %2 kültür ile inoküle edilmiştir. Ballı yoğurdun *Streptococcus salivarius* ssp. türlerini içeren geleneksel yoğurt ile mayalandığı kayıtlara geçmiştir. Ballı yoğurt takviyesinin probiyotik bakterilerin canlılığını etkilediği not edilmiştir. Böylece *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*'un canlılık sayılarının %5, %10, %15 ve %20 içeren ballar ile karşılaştırıldığında %10 bal ilavesi içeren yoğurtta arttığı belirtilmiştir. Kimyasal analiz işlemleri T4 asitlik ve nem için max değeri, yağ ve protein için düşük değeri göstermiştir. Tüm numuneler arasında %5 bal ile hazırlanan yoğurdun duysal değerlendirmede yüksek not aldığı belirtilmiştir.

Ustunol ve arkadaşları (2001) yaptığı bir çalışmada %12 yağsız kuru madde içeren süte *Bifidobacterium bifidum*'un yaygın 2 tipi olan B1 ve B6 şuşlarını daha sonrada %5 (w/w) bal, glikoz, früktoz ve sakkaroz eklemişlerdir. Elde edilen numuneleri anaerobik olarak 37°C'de 48 saat süreyle inkübe etmişlerdir. Numuneler 12 saat aralıklarla toplanmış ve yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile ölçülen spesifik büyüme hızı, pH ve fermentasyon son ürünleri incelenmiştir. Organizmaların 48°C'de 28 günlük depolama sırasında yaşaya bilirliliğinin 7 günlük aralıklarla değerlendirildiği bildirilmiştir. Büyüme teşviki ve asit üretimi, Bf-1 ve Bf-6 şuşları bal varlığında büyütüldüğünde en yüksek performansı göstermiştir. Hem Bf-1 hem de Bf-6 için canlılığının 48°C de diğer tatlandırıcılara kıyasla bal varlığında depolandıklarında 14 güne kadar en iyi olduğu saptanmıştır.

Şener ve ark. (2008) yaptıkları bir çalışmada çeşitli prebiyotiklerin *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12'nin gelişim performansı ve asitlik geliştirme özelliği üzerine etkilerini in vitro olarak belirlemeye çalışmışlardır. Temel gelişim besiyeri olarak karbonhidrat içermeyen Reinforced Clostridial Medium besiyeri bileşenlerinden hazırlanarak kullanılmıştır. Prebiyotikler %0.5, %1 ve %2 konsantrasyonlarında test edilmiştir. Besiyerlerinin her birine aktifleştirilmiş *Bifidobacterium animalis lactis* BB-12 kültürü inoküle edilmiştir. 37°Cde 24 saatlik inkübasyonun sonunda Reinforced Clostridial Agar besiyeri kullanılarak dökme plak yöntemiyle örneklerin canlı bakteri sayımları gerçekleştirilmiştir. Besiyerlerinde ki asitlik gelişimlerinin pH ölçümleri ile belirlenmiştir. Belirlenen prebiyotiklerin tümünün bakteri gelişimini belirli düzeylerde teşvik ettiği gözlemlenmiştir. Ksilooligosakkaritlerin bakterinin gelişiminde en olumlu sonucu verdiği gözlemlenmiştir. Galaktooligosakkaritler ve soyaoligosakkaritler de, ksilooligosakkaritlere yakın değerlerde bakteri gelişimini teşvik etmiştir. İnkübasyon sonrasında ölçülen pH değerlerinin 4.02-5.06 arasında olduğu saptanmıştır. Bakteri gelişimine bağlı olarak asitliğin artış gösterdiği belirlenmiştir. En düşük pH değerleri 4.02, 4.08 ve 4.11 ile sırasıyla KOS, SOS ve GOS ile elde edilmiştir.

Okur ve arkadaşları (2019) yaptıkları bir çalışmada çörek otu balı ilaveli fonksiyonel yoğurt üretmişlerdir. Çalışmada çörek otu ilavesiz (kontrol grubu) ve farklı oranlarda (%2.5,%5,%10,%15) çörek otu ilaveli yoğurtlar, depolamanın 1, 7, 14 ve 28.gününlerinde bazı analizlere tabi tutulmuştur. Çalışma sonucunda çörek otu balı

kullanımının yoğurtların pH ve serum ayrılması değerleri üzerindeki etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Çörek otu balı ilavesinin *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı üzerinde önemli bir etkisi olmazken *Streptococcus thermophilus* sayısını etkilediği gözlemlenmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre depolamanın 1, 7 ve 14. günlerinde en yüksek beğeni alan yoğurt örneklerinin %10 ve %15 bal içeren set tipi yoğurt örnekleri olduğu bildirilmiştir. Çalışma sonucunda çörek otu ilavesiyle hazırlanan yoğurtların ürünün kabul edilebilirliğini arttırdığı gözlemlenmiştir. Fonksiyonel bir ürün olan çörek otu balı eklenmiş set tipi yoğurtların sağlık üzerine olumlu etkileri olacağı öngörülmektedir.

Araştırmacıların yaptığı bir çalışmada geleneksel bir süt tatlısı olarak bilinen incir uyutmasına farklı probiyotik kültür kombinasyonları (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus lactis*, *Bifidobacterium lactis*) ve prebiyotik etki göstermesi için inülin ilave edilmiştir. Üretilmiş olan tatlılar 20 gün boyunca 5 derece de depolanmış, depolama esnasında meydana gelen fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişiklikler belirlenmiştir. Mikrobiyolojik sayım sonuçlarına göre probiyotik kültür ilave edilmiş tüm tatlı örneklerinin probiyotik etki kazandığı ve özelliklerini koruduğu bildirilmiştir. Depolama süresi boyunca süt tatlılarının pH'sında önemli bir azalma meydana gelirken serum ayrılması, viskozite ve kurumadde oranında önemli bir değişim olmamıştır. Elde edilen son sonuçlara göre incir uyutmasına nitelik kazandırmak amacıyla eklenen probiyotik kültürler tatlıların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilediği gözlemlenmiştir (Hut ve ark., 2013).

Yapılan bir çalışmada *Lactobacillus acidophilus*'un gelişimini teşvik etmek amacıyla probiyotik yoğurda peynir altı suyu tozu ve turunç ekstresi eklenmiştir. Bu gıdaların probiyotik yoğurtlara etkileri araştırılmıştır. Kontrol yoğurdu ile birlikte daha önceden denenilen oranlarda turunç ekstresi ve peyniraltı suyu tozu ilave edilerek 6 farklı yoğurt üretilmiş ve 21 günlük depolama süresi boyunca fizikokimyasal, duyu ve mikrobiyolojik özellikler belirlenmiştir. Turunç ekstresi ilavesi hedeflendiği gibi yoğurtlarda *Lactobacillus acidophilus*'un gelişimini teşvik etmiştir. PAST ilavesinin ise bu gelişime etkisinin beklenenden az olduğu gözlemlenmiştir. Çevik'in yapmış olduğu çalışmanın sonucuna göre probiyotik yoğurt üretiminde %0.1 turunç ekstresi + 0.5 PAST veya %1 PAST ilavesi önerilebilir (Çevik, 2013).

Metry ve Owayss (2009) yaptıkları çalışmada yoğurt başlangıç kültürlerinden olan *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii*'nin canlılığı üzerinde farklı konsatrasyonlarda bal ve arı sütü eklenmesinin etkisini araştırmışlardır. Çalışmada bal % 4, arı sütü ise %0.6 oranında kullanılmıştır. Beklendiği gibi arı sütü ve arı balı ilavesi yoğurdun mineral içeriğini arttırmıştır. Genellikle %4 arı balı ve %0.2 ya da %0.6 arı sütü ilave edilen yoğurtların 9 gün boyunca depolama sonrasında kaliteli olduğu bildirilmiştir.

Yoğurda ayçiçek balı ilavesi yapılan bir çalışmada yoğurdun fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Çalışmanın amacı %2, %4 ve %6'lık oranlarla yoğurda eklenen ayçiçek balının 4 hafta depolama süresi boyunca yoğurdun bazı özellikleri üzerine etkisinin araştırılmasıdır. Çalışma sonucuna göre bal oranında ki artışa paralel olarak su aktivitesinin de arttığı tespit edilmiştir. En düşük parlaklık değerleri ve en yüksek su tutma kapasitesi değerleri %6'lık bal ilave edilen yoğurtlardan elde edilmiştir. Kontrol gruplarıyla bal ilaveli yoğurtlar karşılaştırıldığında *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayılarının bal ilaveli olan yoğurtlarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Duyusal analizler sonucunda ise optimum lezzetin %4 bal içeren yoğurtlardan elde edildiği bildirilmiştir (Sert ve ark., 2011).

Uzuner (2012) yapmış olduğu çalışmada %25, %50 ve %75 oranlarında pirinç sütünü inek sütüne ilave ederek üretilen probiyotik yoğurtların kalitelerinde ki değişimi incelemiştir. Starter kültür olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus* içeren yoğurt kültürü ile birlikte *Lactobacillus gasseri* ve *Bifidobacterium longum* kullanılmıştır. Yoğurt örnekleri 21 gün boyunca 4°C de depolanmıştır. Depolama sürecinde haftalık olarak bazı kimyasal, fiziksel mikrobiyolojik ve duyuşal özellikler belirlenmiştir. Pirinç sütü ilavesinin yoğurtlarda viskozite değerlerini arttırdığı aynı zamanda serum ayrılması değerlerini azalttığı tespit edilmiştir. Bununla beraber yoğurtların kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinde de azalma olduğu saptanmıştır. Pirinç sütü ilavesinin yoğurt örneklerinde ki duyuşal özellikleri olumsuz yönde etkilediği gözlemlenmiş ve kontrol örneğine en yakın örneğin %25 pirinç ilaveli yoğurt örneği olduğu bildirilmiştir.

Probiyotik yoğurtları zenginleştirmek amacı ile badem sütü kullanılan bir çalışmada yoğurtların mikrobiyolojik ve bazı fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir.

Çalışmada yoğurda işlenecek süte %0, 25, %50, %75 ve %100'lük oranlarda badem sütü lave edilmiş ve üretilen yoğurtlar 21 gün süreyle depolanmıştır. Depolama süresince titrasyon asitliğinin %0.19 ile %1.25 arası değiştiği ve pH değerlerinin en düşük 4.40 en yüksek 4.67 olduğu belirtilmiştir. Badem sütü eklenmiş yoğurtlarda probiyotik bakterilerin canlılık yüzdelerinin arttığı saptanmıştır. Ersan ve Topçuoğlu (2019)'nın yapmış olduğu çalışmada badem sütü ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt örneklerinde özellikle %100 badem sütü eklenen yoğurtların 21 gün boyunca tüm probiyotik bakteri sayılarının artış göstermesi badem sütünün bu bakterilerin gelişimini desteklediğini göstermektedir.

Bakırcı yapmış olduğu bir çalışmada balkabağı lifi eklenmiş yarım yağlı yoğurtların kalitesini araştırmıştır. Bal kabağı ilaveli yoğurdun 14 gün boyunca bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri gözlemlenmiştir. Yapılan mikrobiyolojik araştırmalar sonucunda *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (8.58 log KOB/g) sayısı en yüksek kontrol yoğurdunda, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* sayısı ise en yüksek %1 balkabağı ilave edilmiş yoğurtta tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda depolama süresince *Lactobacillus bulgaricus* sayısında azalma olduğu, *Streptococcus thermophilus* sayısının ise ilk 7 gün arttığı fakat daha sonra değişmediği belirtilmiştir (Bakırcı, 2014).

Yapılan bir çalışma da yoğurda işlenecek süt içerisine 5 farkı oranda (%0, %0,5, %1,0, %1,5, %2,5) inülin ve (%2,0) oranında probiyotik yoğurt kültürü (*Bifidobacterium lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) eklenmiştir. Yoğurdun fiziksel, kimyasal, antimikrobiyel ve duyuşal özellikleri depolamanın 14.gününde, mikrobiyolojik özellikleri ise 21. gününe kadar incelenmiştir. Kaya elde etmiş olduğu sinbiyotik yoğurtların fiziksel, kimyasal, reolojik ve duyuşal özelliklerini araştırmıştır. Duyusal değerlendirme olarak en yüksek değeri inülin ilave edilmemiş yoğurt alırken en yüksek viskozite %1.0 oranında inülin ilave edilen yoğurtlarda gözlemlenmiştir. Kuru madde, titrasyon asitliği, serum ayrılması, pH değerlerinde önemli bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Kaya 21 gün boyunca %1.0 inülin ilave edilmiş yoğurtlarda *Bifidobacterium lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayımları gerçekleştirmiştir. Sonuç olarak

bakterilerin 21 gün boyunca probiyotik özelliklerini taşıması için yeterli sayıda olduğu görülmüştür (Kaya,2015).

Mercimek, nohut, fasulye, bakla, bezelye gibi baklagiller %25-30 oranında protein içermekte ve 2 milyardan fazla insan için protein kaynağı olarak bilinmektedir. Mercimek proteinlerinin sindirilebilirliği %92 oranındadır ve elzem aminoasit içeriği bakımından zengindir. Mercimeğin aynı zamanda dirençli nişasta, diyet lifi, fruktooligosakkarit açısından zengin olduğu yapılan çalışmalar da belirlenmiştir. Fruktooligosakkarit açısından zengin olması nedeniyle prebiyotik etki gösterdiği bildirilmiştir. Akın ve Şeker (2019) bu bilgiler doğrultusunda mercimek ununun probiyotik yoğurtlarda *Lactobacillus casei* için prebiyotik olarak kullanım olanaklarını araştırmışlardır. Yapılan çalışmada inek sütüne %0.5 ve %0.1 oranında mercimek unu ilave edilmiş ve 20 günlük depolama sürecinde bu sütlerden işlenen yoğurtların duyusal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. Sonuç olarak mercimek unu ilavesinin *Lactobacillus casei* için prebiyotik etki gösterdiği görülmüştür. Bu etkisiyle beraber duyusal özellikleri olumsuz etkilediği de belirtilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmanın ana materyalini süt, yoğurt kültürü, probiyotik kültürler ve bal oluşturmaktadır. Çalışmada üretilecek olan yoğurt örnekleri, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Gıda Mikrobiyolojisi laboratuvarı'nda üretilmiştir. Yoğurt üretimi için gerekli olan süt, piyasadan temin edilmiş olup çalışmanın yürütülebilmesi için gerekli olan otoklav, karbondioksit inkübatörü, soğutmalı inkübatör, su banyosu vb. gibi cihazlar için Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarları'nın olanakları kullanılmıştır. Araştırmada gerekli olan bakteri kültürleri ve kimyasal malzemeler ise Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından desteklenen proje ile temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

Çalışmada materyal olarak kullanılan yoğurdun üretiminde inek sütü kullanılmıştır. Yoğurt starter kültürleri olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, probiyotik kültürler olarak ise *Lactobacillus acidophilus* LA-5 (Chr. Hansen) ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12® (Chr. Hansen) kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan sütün kurumadde oranı yağsız süt tozu kullanılarak arttırılmış, yoğurt üretim prosedürlerine göre hazırlanmış ve içerisine yoğurt starteri eklendikten sonra probiyotik bakteri ve ön denemede belirlenen düzeylerde bal ilave edilmiştir. Sonrasında ise yoğurt örnekleri 43-44°C'de fermentasyona bırakılmıştır. Çalışmada üretilen yoğurtlar 21 gün süresince depolanmış ve 1, 7, 14 ve 21. günlerde yoğurt içerisindeki probiyotik kültürlerin canlılığı araştırılmıştır. Ayrıca depolama süresi boyunca tüm örnekler duyu analize tabi tutulmuştur.

3.2.1. Yoğurt üretimi

Çalışmada kullanılacak yoğurt örnekleri için inek sütü kullanılmıştır. Sütün yağsız kurumadde oranı yağsız süt tozu kullanılarak %14'e uyarlanmıştır. Süte 85-90°C'de yaklaşık 5 dakikalık bir ısıtım uygulanmıştır. Daha sonra yoğurda işlenecek süt 43-45°C'ye kadar soğutulmuştur. Yoğurt üretiminde kullanılan %2-3 oranındaki starter kültürlerin homojen hale getirilmesi için starter kültürler küçük bir beherde yaklaşık 10 ml süt içerisinde çözündürülmüş ve daha sonra yoğurt işlenecek süte eklenmiştir. Homojen hale getirilen yoğurt kültürü ve probiyotik starterler 43-45°C'ye soğutulan süt içerisine inoküle edilmiş ve süt 100 ml'lik steril örnek kaplarına dağıtılmıştır. Örnek kapları 43-45°C'de inkübe edilmiştir. Örneklerin pH değerleri yaklaşık 4.6'ya ulaştığında yoğurtların fermentasyonuna son verilmiş ve örnekler +4°C'de 21 gün süre ile depolanmıştır. Çalışmadaki her bir kombinasyon için 2 tekrerrür yürütülmüştür. Her bir tekrerrürde 3 paralel örnek kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Deneme de İncelenen Yoğurt Örneklerinin Üretim Aşamaları.

3.3. Yoğurt Örneklerine Uygulanan Fizikokimyasal Analizler

3.3.1. Kurumadde tayini

Yoğurt örneklerinde kurumadde analizi için kurutma kapları kullanılmıştır. Kurutma dolabında 100°C’ de 15 dk tutulan kurutma kapları soğuması için desikatöre alınmış ve darası alınan kurutma kaplarına yaklaşık olarak 2.5 – 3 g örnek tartılmıştır. Kurutma kapları değişmeyen ağırlığa gelinceye kadar kurutma dolabında bekletilmiş (103 - 105°C’de 3 – 4 saat) ve desikatörde soğutulduktan sonra son tartımlar alınmıştır. Alınan tartımlardan örneklerdeki % kurumadde miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

$$\text{Kuru madde (\%)} = \frac{\text{Yoğurt kuru maddesinin ağırlığı (g)}}{\text{Yoğurt numunesinin ağırlığı (g)}} \times 100$$

3.3.2. pH tayini

Yoğurt örneklerinde pH ölçümü yapmadan önce pH metre (Thermo Scientific) bir süre çalıştırılarak stabilize olması sağlanmıştır. Sonrasında ise pH 4.0 ve pH 7.0 tampon çözeltileri kullanılarak pH metre kalibre edilmiştir. Bir miktar yoğurt örneği (homojenize edilmiş) küçük bir beher içine alınarak ve pH metre elektrodu yoğurt içine daldırılarak örneklerin pH değerleri okunmuştur (Kosikowski, 1982).

3.3.3. Asitlik tayini

Analizi yapılacak yoğurt örneği, iyice karıştırıldıktan sonra 100 ml'lik beher içerisine 9 g tartılmış ve üzerine fenolftalein indikatöründen 3-4 damla damlatılarak 0.1 N NaOH çözeltisi ile ilk hafif pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan 0.1 N NaOH miktarı formülde yerine konularak örneklerin laktik asit cinsinden % asitlik değerleri hesaplanmıştır (AOAC, 1995).

$$\text{Titrasyon Asitliği (\%)} = \frac{C \times 0.009}{P} \times 100$$

C = Titrasyonda harcanan 0.1 N NaOH (ml)

P = Titrasyonda kullanılan örnek miktarı (g)

3.3.4. Su tutma kapasitesi (Water holding capacity)

Su tutma kapasitesi için santrifüj tüplerine 2 gr örnek tartılmış daha sonra örnekler soğutmalı santrifüjde 13500 x g'de 10°C de 30 dk santrifüj edilmiş ve süre sonunda üstte biriken sulu kısım uzaklaştırılmıştır. Tüplerde kalan katı kısım ilk yoğurt ağırlığına oranlanarak örneklerin su tutma kapasitesi hesaplanmıştır (Parnell-Clunies ve ark., 1986).

3.3.5. Serum ayrılması (Sineresiz)

Sineresis ölçümü için tüp içerisine 40 gr örnek tartılmış daha sonra 222 x g'de 10°C'de 10 dk süresince soğutmalı santrifüjde santrifüjlenmiştir. Tüplerin üst kısmında kalan berrak sulu fazın yoğurdun ilk tartım değerine oranlanmasıyla sinerez değeri hesaplanmıştır (Keogh ve O'Kennedy, 1998).

3.4. Yapısal Analizler

3.4.1. Viskozite tayini

Viskozite tayini için örnekler +4°C'de tutulmuştur. Analizi yapılacak örnekler buzdolabından çıkarılarak, homojen hale gelmesi için spatul ile karıştırılmış ve viskozite ölçümleri yapılmıştır. Yoğurt örneklerinin viskozitesi helipath sistemi ile donatılmış olan bir reometre (Brookfield DV-III Ultra, MA, USA) ve 20 rpm hızla dönen T-bar probu yardımıyla 10 sn de bir toplam 10 veri alınarak ölçülmüştür.

3.4.2. Tekstür profil analizi (TPA)

Yoğurt örneklerinde yapısal analiz, 5 kg yük hücresi (load cell) ile donatılmış (TPA) TA.XT2 Texture Analyzer (Texture Technologies Corp., Scarsdale, NY/Stable Microsystems, Godalming, UK) model tekstür analiz cihazı kullanılarak yapılmış ve analiz sonuçları Texture Expert Exceed Version 2V3 programında toplanarak analiz edilmiştir.

Örneklere sertlik (hardness), yüzey yapışkanlığı (adhesiveness), iç yapışkanlık (cohesiveness), sakızimsılık (gumminess) ve esneklik (springiness) değerleri belirlenmiştir. Ölçümlerde silindirik probe (25.4 mm) kullanılmıştır. Analizde 4mm'lik ve 0.5 mm/s hızla iki penetrasyon yapılmıştır.

3.5. Yoğurt Örneklerine Uygulanan Mikrobiyolojik Analizler

3.5.1. Yoğurt bakterilerinin kültürel sayımı

Probiyotik yoğurt örneklerinde depolamanın 1, 7, 14 ve 21. günlerinde örnek alınarak yoğurt bakterilerinin sayımı yapılmıştır. *Streptococcus thermophilus*'un sayımı için M17 besiyeri kullanılmıştır. *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayımında MRS (De Man, Rogosa ve Sharpe) agar kullanılmıştır. Hazırlanan besiyeri otoklavda 121°C'de 15 dk süre ile sterilize edildikten sonra 45-50°C'ye soğutulmuş ve gama ışınlanmış petri kaplarına 12-15 ml olacak şekilde dökülmüştür. Yoğurt örneklerinin seri dilüsyonları % 0.1 steril peptonlu su kullanılarak hazırlanmıştır. Katılaştıran besiyerleri üzerine belirlenen dilisyonlardan 0.1 ml olacak şekilde aktarılmış ve dalgalski spatül kullanılarak yayılmıştır. Ekim yapılan petri kapları 37°C 72 saat süre ile inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonun sonunda sayım için uygun petriler (30-300 koloni içeren) seçilerek kültürel sayımlar yapılmıştır. Analizler sonucunda elde edilen bakteri sayılarına logaritmik transformasyon uygulanmıştır.

3.5.2. Probiyotik bakterinin kültürel sayımı

Probiyotik bakterilerin sayımı için MRS-Sorbitol agar ve MRS-NNLP agar kullanılmıştır. MRS besiyeri formülasyonuna göre hazırlanarak otoklavda 121°C'de 15 dk süre ile sterilize edilmiş ve 45-50°C'ye soğutulduktan sonra içerisine yöntemde belirtilen miktarlarda selektivite ajanları (NNLP, Sorbitol ve L-sistein HCl katkıları 0.22 µm por çaplı steril şırınga filtre ile sterilize edilerek) ilave edilmiştir. Hazırlanan besiyerleri gama ışınlanmış petri kaplarına 12-15 ml olacak şekilde dökülmüştür. İncelenecek olan yoğurt örneklerinin seri dilüsyonları (%0.1 steril peptonlu su) hazırlanarak belirlenen dilüsyonlardan 2 paralel olacak şekilde kültürel sayımları yapılmıştır. Petri kapları; *Lactobacillus acidophilus* LA-5 için 42°C'de %10 CO₂ içeren ortamda (CO₂ inkübatörü), *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 için ise 42°C'de anaerobik jar (Gas Pak eklenmiş) içerisinde 72 saat süre ile inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonun sonunda sayım için uygun petriler (30-300 koloni içeren) seçilerek kültürel sayımlar yapılmıştır. Analizler sonucunda elde edilen bakteri sayılarına logaritmik transformasyon uygulanmıştır.

3.6. Yoğurt Örneklerine Uygulanan Duyusal Analizler

Yoğurt örneklerinin duyusal analizi, bu konuda belirli bir seviyede tecrübesi olan ve kendilerine daha önceden ön bilgiler verilmiş, 8 kişilik laboratuvar tipi panel grubunca yapılmıştır. Yoğurt örneklerinin değerlendirme ve puanlanmasında “hedonik tip skala” kullanılmıştır (Aston ve ark., 1985).

Yoğurt örnekleri renk, koku, tat, kıvam ve genel izlenim kriterleri esas alınarak, aşırı kötüden mükemmele doğru 1 ile 5 arasında puanlamayla değerlendirilmiştir. (Pancar, 2013). Çizelge 3.1. de panelistlere uygulanan duyusal değerlendirme tablosu aşağıda verilmiştir.

3.7. Yoğurt Örneklerine Uygulanacak İstatistiksel Analizler

Çalışmada elde edilen verileri değerlendirmek için SPSS (Statistical Package for Social Science) PASW 21 İstatistik Paket Programı kullanılmıştır. Çalışmadaki nitel



4. BULGULAR

Bu çalışmada yoğurt kültürü ile birlikte probiyotik kültür ile (*Lactobacillus. acidophilus* LA5, *Bifidobacterium. animalis* subsp. *lactis* BB12) inoküle edilen ve prebiyotik olarak çam balı ilave edilen yoğurtlarda probiyotik bakterilerin ve starter bakterilerin canlılığı araştırılmış ve yoğurt örneklerinin fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. Çalışmada iki probiyotik bakteri ve prebiyotik olarak iki bal düzeyi (%5 ve %7) kullanılarak 9 adet yoğurt örneği üretilmiş ve belirlenen özellikler açısından incelenmiştir. Örneklerin analizinden elde edilen sonuçlar aşağıda çizelgeler ve şekiller ile beraber verilmiştir.

4.1. Yoğurt Örneklerinin Üretiminde Kullanılan Çam Balının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Çizelge 4.1. Çalışmada kullanılan bala ait analiz sonuçları

Parametre	Sonuç
pH	4.6
Glikoz (%)	26.8
Fruktoz (%)	32.3
Turanoz (%)	1.8
İsomaltoz(%)	1.6
Glikoz/su(%)	1.62
Toplam Disakkarit(%)	11.7
Yüksek Sakkaritler(%)	7.9
Renk(mm)	70
Nem(%)	16.5
Serbest Asitlik(meq/kg)	25.3
Diastaz Sayısı(DS/DN)	15.6
Fruktoz + Glukoz(%)	59.1

4.3. Yoğurt Örneklerinin Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

4.3.1 Kurumadde

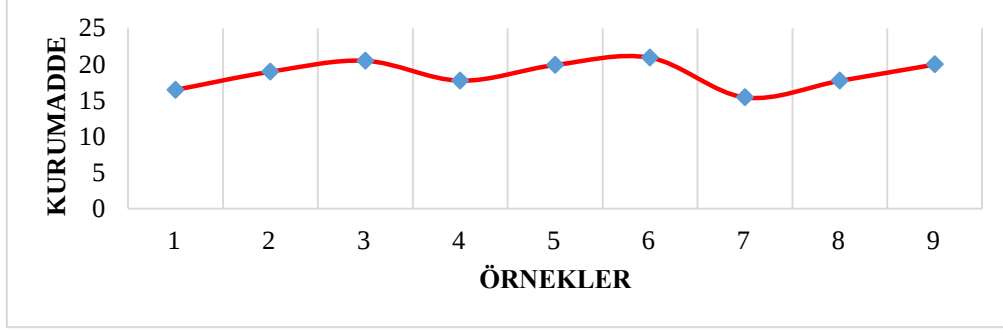
Depolama süresi boyunca örneklerin kurumadde değerlerinde kayda değer bir değişim olmayacağı düşünülerek sadece 1. günde kurumadde analizi yapılmıştır. Bu nedenle sadece yoğurt örnekleri arasında tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Örneklerin kurumadde değerleri Çizelge 4.2 ve şekil 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin kurumadde değerlerine ait analiz sonuçları

		Depolama Süresi (Gün)
Grup	Örnek	1
A	1	16.46 ± 0.49 ^d
	2	18.97 ± 0.03 ^c
	3	20.50 ± 0.07 ^a
B	4	17.74 ± 0.59 ^c
	5	19.91 ± 0.22 ^b
	6	20.92 ± 0.15 ^a
C	7	15.42 ± 0.16 ^d
	8	17.71 ± 1.48 ^c
	9	19.97 ± 0.26 ^b

a-d: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir (p<0.05).

Örneklerin kurumadde değerleri incelendiğinde, bal ilave oranına bağlı olarak kurumadde değerlerinin de arttığı görülmektedir (Çizelge 4.2). Yoğurt örnekleri arasında en yüksek kurumadde değerleri %7 bal ilave edilen örneklerden, en düşük değerler ise bal ilavesiz örneklerden elde edilmiştir. Bu durum doğal olarak bal ilavesinin örneklerin kurumadde değerlerini arttırdığını göstermektedir. Sonuç olarak bal ilavesi istatistiki olarak önemli düzeyde kuru madde artışına neden olmuştur.



Şekil 4.1. Depolama başlangıcında örneklerin kurumadde değerleri.

4.3.2 pH

Çalışmada üretilen yoğurt örneklerine ait pH değerleri Çizelge 4.3 ve Şekil 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin pH değerlerine ait analiz sonuçları

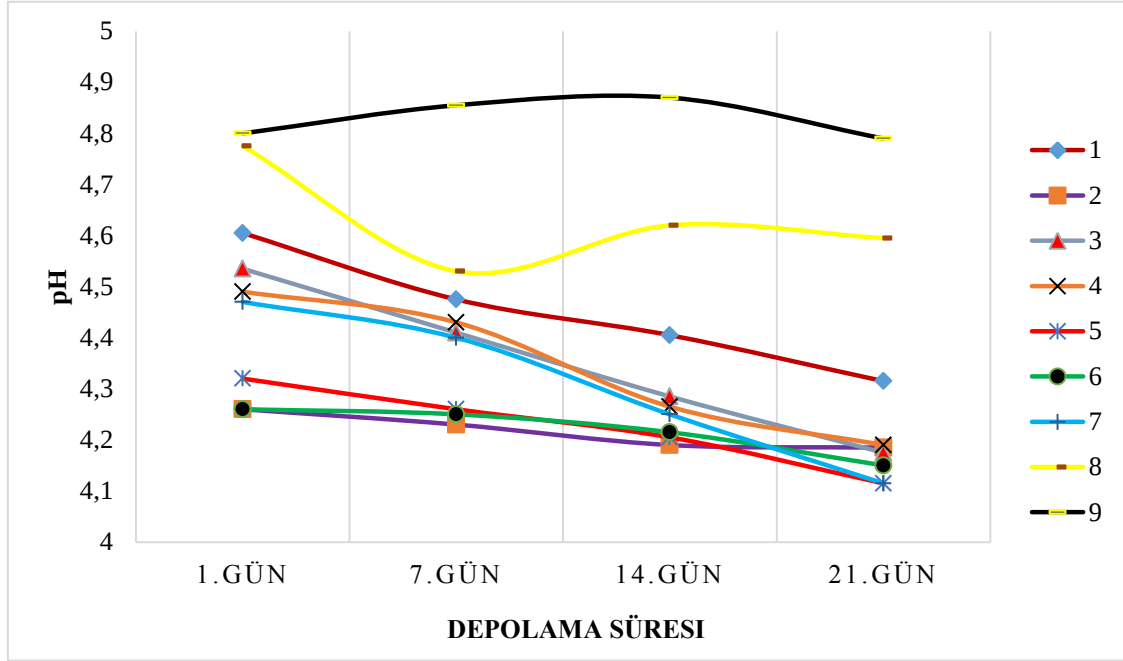
		Depolama Süresi (Gün)			
Grup	Örnek	1	7	14	21
A	1	4.60 ± 0.03 ^{Ab}	4.47 ± 0.01 ^{Bb}	4.40 ± 0.02 ^{Cc}	4.31 ± 0.01 ^{Dc}
	2	4.26 ± 0.06 ^{Ad}	4.23 ± 0.07 ^{Bd}	4.19 ± 0.01 ^{Cd}	4.18 ± 0.02 ^{Cd}
	3	4.53 ± 0.02 ^{Ab}	4.41 ± 0.03 ^{Bc}	4.28 ± 0.01 ^{Cd}	4.17 ± 0.01 ^{Dd}
B	4	4.49 ± 0.06 ^{Ab}	4.43 ± 0.01 ^{Ac}	4.26 ± 0.01 ^{Bd}	4.19 ± 0.01 ^{Cd}
	5	4.32 ± 0.00 ^{Ac}	4.26 ± 0.03 ^{Bd}	4.20 ± 0.02 ^{Cd}	4.11 ± 0.01 ^{Dd}
	6	4.26 ± 0.03 ^{Ad}	4.25 ± 0.00 ^{Ad}	4.21 ± 0.03 ^{Bd}	4.15 ± 0.01 ^{Cd}
C	7	4.47 ± 0.04 ^{Ab}	4.40 ± 0.07 ^{Bc}	4.25 ± 0.06 ^{Cd}	4.11 ± 0.02 ^{Dd}
	8	4.77 ± 0.01 ^{Aa}	4.53 ± 0.06 ^{Db}	4.62 ± 0.07 ^{Bb}	4.59 ± 0.02 ^{Cb}
	9	4.80 ± 0.01 ^{Ca}	4.85 ± 0.03 ^{Ba}	4.87 ± 0.08 ^{Aa}	4.79 ± 0.07 ^{Ca}

A-D: Aynı satırdaki farklı harfler dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir ($p < 0.05$).

a-d: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir ($p < 0.05$).

Yoğurt örneklerinin pH değerleri incelendiğinde ilk 7 örneğin pH değerlerinin depolama süresi boyunca önemli düzeyde ($p < 0.05$) azaldığı belirlenmiştir. Sadece 7 ve 8 nolu örneklerin pH değerlerinde düzensiz bir değişim olduğu, ancak bu örneklerde de depolama sonu pH değerlerinin depolama başlangıcı pH değerlerine göre düşük olduğu tespit edilmiştir. Depolama başlangıcında ve sonunda en yüksek pH değerine sahip

yoğurt örneğinin *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 ve %7 bal eklenmiş olan 9 no'lu örnek olduğu gözlemlenmiştir. Depolama sonunda en düşük pH değeri ise 5 ve 7 nolu örneklerden elde edilmiştir.



Şekil 4.2. Depolama boyunca örneklerin pH değerleri.

4.3.3 Titrasyon asitliği

Yoğurt kültürü ve probiyotik kültürler kullanılarak ve farklı düzeylerde bal ilavesi ile üretilen yoğurt örneklerinin, 21 günlük depolanması boyunca tespit edilen laktik asit cinsinden asitlik değerleri Çizelge 4.4 ve Şekil 4.3 de verilmiştir.

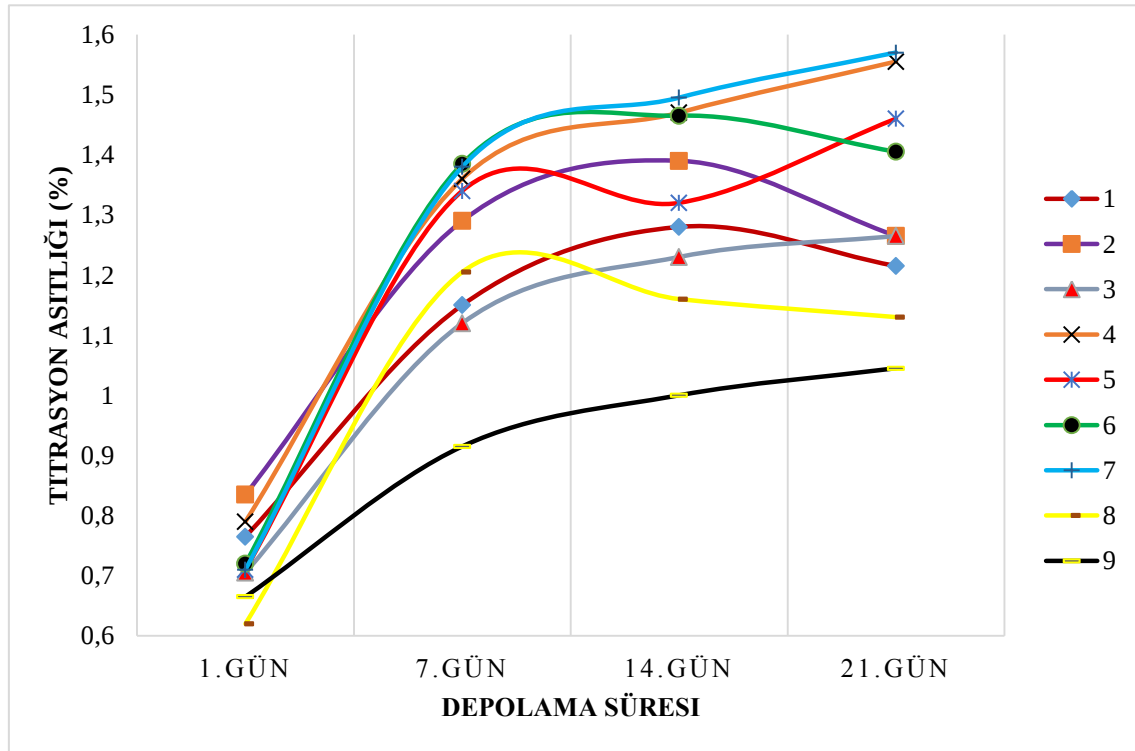
Çizelge 4.4 incelendiğinde örneklerin asitlik değerlerinin genellikle depolama süresince istatistiki olarak önemli düzeyde ($p < 0.05$) arttığı görülmektedir. Depolama sonunda en yüksek asitlik değerleri yoğurt kültürü ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 ile inoküle edilen bal ilavesiz yoğurttan elde edilirken en düşük asitlik değeri ise yoğurt kültürü ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 ile inoküle edilen ve %7 bal eklenmiş olan 9 no'lu örneklerden elde edilmiştir. Çalışmada incelenen yoğurt örneklerinin asitlik değerleri üzerinde bal ilavesinin, kültür farklılığının ve depolama süresinin istatistiki açıdan önemli düzeyde ($p < 0.05$) etkili olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.4. Çam balı ilavesi ile üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (laktik asit cinsinden, %)

Grup	Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
		1	7	14	21
A	1	0.76 ± 0.06^{Db}	1.15 ± 0.04^{Ce}	1.28 ± 0.03^{Ac}	1.21 ± 0.01^{Bc}
	2	0.83 ± 0.03^{Ca}	1.29 ± 0.00^{Bb}	1.39 ± 0.03^{Ab}	1.26 ± 0.02^{Bc}
	3	0.70 ± 0.11^{Cc}	1.12 ± 0.04^{Bd}	1.23 ± 0.03^{Ad}	1.26 ± 0.01^{Ac}
B	4	0.79 ± 0.01^{Db}	1.36 ± 0.01^{Ca}	1.47 ± 0.03^{Ba}	1.55 ± 0.03^{Aa}
	5	0.71 ± 0.01^{Cc}	1.34 ± 0.01^{Ba}	1.32 ± 0.03^{Bb}	1.46 ± 0.01^{Ab}
	6	0.72 ± 0.00^{Cc}	1.38 ± 0.01^{Ba}	1.46 ± 0.02^{Aa}	1.40 ± 0.03^{Bb}
C	7	0.71 ± 0.01^{Dc}	1.38 ± 0.04^{Ca}	1.49 ± 0.01^{Ba}	1.57 ± 0.03^{Aa}
	8	0.62 ± 0.01^{Dd}	1.20 ± 0.03^{Ac}	1.16 ± 0.06^{Bd}	1.13 ± 0.00^{Cd}
	9	0.66 ± 0.08^{Cd}	0.91 ± 0.02^{Be}	1.00 ± 0.00^{Bd}	1.04 ± 0.01^{Ad}

A-D: Aynı satırdaki farklı harfler dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir ($p < 0.05$).

a-d: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir ($p < 0.05$).



Şekil 4.3. Depolama boyunca örneklerin titrasyon değerleri (laktik asit cinsinden).

4.3.4 Su tutma kapasitesi

İki farklı probiyotik kültür (*Lactobacillus acidophilus* LA-5 ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12) ve 2 farklı düzeyde bal (%5 ve %7) kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin, 21 günlük depolanması boyunca belirlenen su tutma kapasitesi değerleri Çizelge 4.5 ve Şekil 4.4’de verilmiştir.

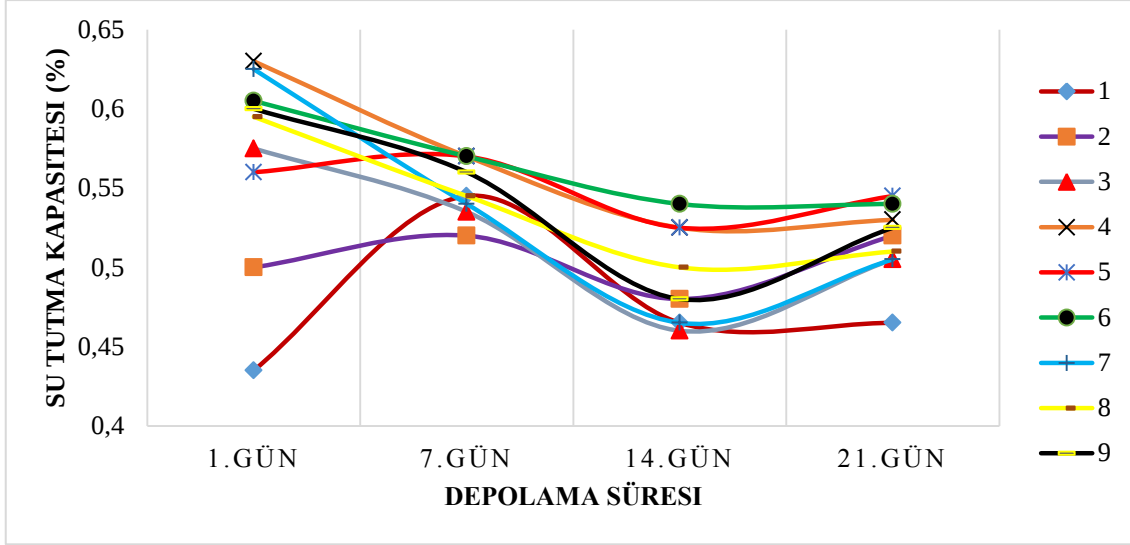
Depolama süresi boyunca analizleri yapılan yoğurt örnekleri incelendiğinde her örnek su tutma kapasitesi yönünden günler arasında farklı sonuçlar göstermiştir. Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi en yüksek ve en düşük su tutma kapasitesi ortalaması 1. güne aittir. En düşük su tutma kapasitesi yoğurt kültürü ile inoküle edilen ve bal ilavesiz kontrol grubu örneklerine aittir. En yüksek ortalama sahip grup ise *Lactobacillus acidophilus* LA-5 kültürü ile inoküle edilen, bal ilavesiz yoğurt örnekleri olmuştur.

Çizelge 4.5. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi değerlerine ait analiz sonuçları (%)

Grup	Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
		1	7	14	21
A	1	0.43 ± 0.02 ^{Be}	0.54 ± 0.01 ^{Ab}	0.46 ± 0.02 ^{Bd}	0.46 ± 0.01 ^{Bd}
	2	0.50 ± 0.08 ^{Bd}	0.52 ± 0.00 ^{Ac}	0.48 ± 0.01 ^{Bc}	0.52 ± 0.03 ^{Ab}
	3	0.57 ± 0.03 ^{Ab}	0.53 ± 0.01 ^{Bc}	0.46 ± 0.00 ^{Cd}	0.50 ± 0.02 ^{Bb}
B	4	0.63 ± 0.01 ^{Aa}	0.56 ± 0.00 ^{Ba}	0.52 ± 0.02 ^{Ba}	0.53 ± 0.03 ^{Bb}
	5	0.55 ± 0.01 ^{Ac}	0.57 ± 0.03 ^{Aa}	0.52 ± 0.07 ^{Ba}	0.54 ± 0.01 ^{Aa}
	6	0.60 ± 0.11 ^{Aa}	0.56 ± 0.00 ^{Ba}	0.53 ± 0.03 ^{Ca}	0.53 ± 0.03 ^{Ca}
C	7	0.62 ± 0.02 ^{Aa}	0.54 ± 0.07 ^{Bb}	0.46 ± 0.02 ^{Cd}	0.50 ± 0.02 ^{Bc}
	8	0.59 ± 0.03 ^{Ab}	0.54 ± 0.02 ^{Bb}	0.50 ± 0.00 ^{Cb}	0.51 ± 0.04 ^{Cc}
	9	0.59 ± 0.05 ^{Ab}	0.55 ± 0.01 ^{Ba}	0.48 ± 0.01 ^{Cc}	0.52 ± 0.05 ^{Bb}

A-C: Aynı satırdaki farklı harfler dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir (p<0.05).

a-d: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir (p<0.05).



Şekil 4.4. Depolama boyunca örneklerin su tutma kapasitesi değerleri.

4.3.5 Serum ayrılması

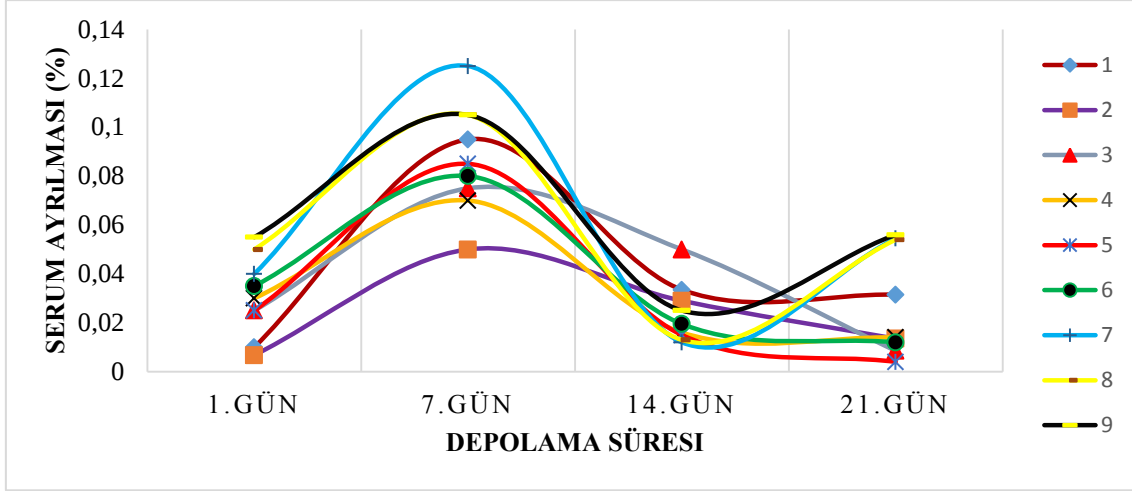
Çalışmada üretilen yoğurt örneklerinin serum ayrılmasına ait değerler çizelge 4.6 ve şekil 4.5’de verilmiştir. Serum ayrılma değerlerinin istatistiksel analiz sonuçlarına bakıldığında; bal ilavesinin, kültür farklılıklarının ve depolama süresinin istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0.05$) etkili olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.6. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin serum ayrılma değerlerine ait analiz sonuçları (%)

Grup	Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
		1	7	14	21
A	1	0.01 ± 0.00^{Cd}	0.09 ± 0.02^{Ab}	0.03 ± 0.002^{Bb}	0.03 ± 0.04^{Bb}
	2	0.07 ± 0.03^{Cd}	0.05 ± 0.00^{Ad}	0.03 ± 0.01^{Ab}	0.01 ± 0.01^{Bc}
	3	0.02 ± 0.02^{Cc}	0.07 ± 0.01^{Ac}	0.05 ± 0.03^{Ba}	0.01 ± 0.005^{Dc}
B	4	0.03 ± 0.00^{Bc}	0.07 ± 0.01^{Ac}	0.02 ± 0.003^{Cc}	0.01 ± 0.001^{Cc}
	5	0.02 ± 0.01^{Bc}	0.08 ± 0.02^{Ac}	0.01 ± 0.001^{Cc}	0.01 ± 0.001^{Dd}
	6	0.03 ± 0.01^{Bb}	0.08 ± 0.04^{Ac}	0.02 ± 0.01^{Cc}	0.01 ± 0.01^{Dc}
C	7	0.04 ± 0.00^{Bb}	0.12 ± 0.01^{Aa}	0.01 ± 0.001^{Cc}	0.05 ± 0.03^{Ba}
	8	0.05 ± 0.00^{Ba}	0.10 ± 0.01^{Aa}	0.01 ± 0.001^{Cc}	0.05 ± 0.01^{Ba}
	9	0.05 ± 0.02^{Ba}	0.10 ± 0.02^{Aa}	0.02 ± 0.004^{Cb}	0.06 ± 0.02^{Ba}

A-E: Aynı satırdaki farklı harfler dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir ($p<0.05$).

a-d: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir ($p<0.05$).



Şekil 4.5. Depolama boyunca örneklerin serum ayrılma (sinerezis) değerleri.

4.4. Yapısal Analizler

4.4.1. Viskozite

Yapılan çalışmada farklı kültürler ve farklı düzeyde bal ilavesi ile üretilen yoğurt örneklerinin viskozite değerleri çizelge 4.7 ve şekil 4.6' verilmiştir.

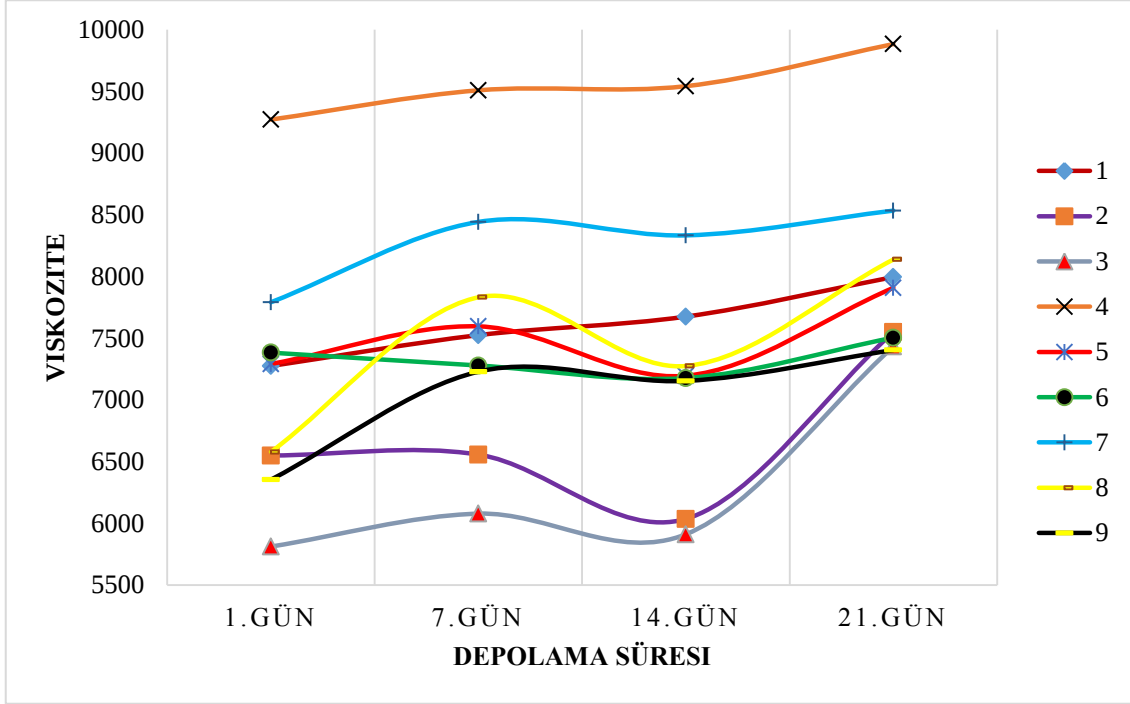
Çizelge 4.7. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin viskozite değerlerine ait analiz sonuçları

Grup	Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
		1	7	14	21
A	1	7275.± 141.4 ^{Cb}	7525.0 ± 94.8 ^{Bb}	7675.0 ± 165.5 ^{Bb}	7995.5 ± 229.8 ^{Ab}
	2	6550.0 ± 94.8 ^{Bc}	6557.5 ± 204.4 ^{Bc}	6037.0 ± 176.8 ^{Cd}	7550.0 ± 59.4 ^{Ac}
	3	5812.5 ± 359.9 ^{Bd}	6079.0 ± 100.4 ^{Bc}	5912.0 ± 41.0 ^{Bd}	7432.5 ± 70.0 ^{Ac}
B	4	9271.0 ± 394.6 ^{Ca}	9508.0 ± 388.9 ^{Ba}	9541.5 ± 294.9 ^{Ba}	9882.5 ± 24.7 ^{Aa}
	5	7291.5 ± 294.9 ^{Cb}	7596.0 ± 288.5 ^{Bb}	7196.0 ± 76.4 ^{Cc}	7908.0 ± 106.1 ^{Ab}
	6	7383.0 ± 495.0 ^{Bb}	7279.0 ± 76.4 ^{Cb}	7177.5 ± 154.9 ^{Cc}	7504 ± 123.7 ^{Ac}
C	7	7791.5 ± 306.2 ^{Bb}	8442.0 ± 141.4 ^{Ab}	8333.0 ± 223.4 ^{Ab}	8533.5 ± 270.8 ^{Ab}
	8	6579.0 ± 65.1 ^{Dc}	7831.5 ± 54.4 ^{Bb}	7275.0 ± 11.3 ^{Cc}	8137.5 ± 112.4 ^{Ab}
	9	6354.5 ± 53.0 ^{Bc}	7229.0 ± 171.1 ^{Bb}	7154.0 ± 65.1 ^{Bc}	7404.0 ± 253.1 ^{Ac}

A-D: Aynı satırdaki farklı harfler dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir ($p < 0.05$).

a-d: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir ($p < 0.05$).

Çalışmada üretilen yoğurt örneklerinin viskozite değerleri incelendiğinde, bal ilavesinin, kültür farklılıklarının ve depolama süresinin istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0.05$) etkili olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.6. Depolama boyunca örneklerin viskozite değerleri.

4.4.2. Sertlik (Hardness)

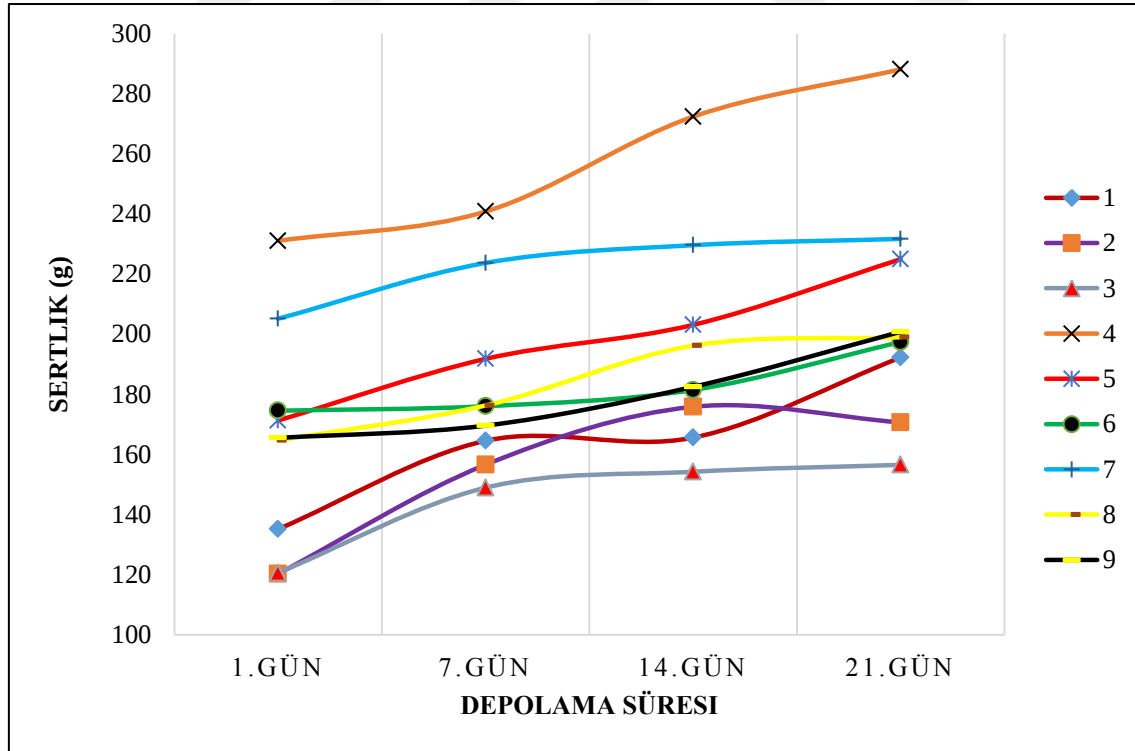
Çalışmada üretilen yoğurtların sertlik değerleri çizelge 4.8 ve şekil 4.7’de verilmiştir. Sertlik değerlerinin istatistiksel analiz sonuçlarına bakıldığında; bal ilavesinin, kültür farklılıklarının ve depolama süresinin istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0.05$) etkili olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.8. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin sertlik (hardness) değerlerine ait analiz sonuçları (g)

Grup	Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
		1	7	14	21
A	1	135.2 ± 6.0 ^{Ce}	164.6 ± 1.8 ^{Bd}	165.6 ± 3.5 ^{Bd}	192.3 ± 22.3 ^{Ac}
	2	120.3 ± 1.8 ^{Cf}	156.6 ± 5.8 ^{Be}	175.9 ± 2.9 ^{Ac}	170.7 ± 0.9 ^{Ad}
	3	120.7 ± 0.6 ^{Cf}	149.0 ± 4.9 ^{Be}	154.3 ± 6.6 ^{Ae}	156.6 ± 3.2 ^{Ae}
B	4	231.1 ± 5.7 ^{Da}	240.8 ± 2.5 ^{Ca}	272.4 ± 3.6 ^{Ba}	288.1 ± 12.7 ^{Aa}
	5	171.3 ± 6.8 ^{Dc}	191.8 ± 2.0 ^{Cc}	203.1 ± 5.1 ^{Bb}	225.0 ± 6.0 ^{Ab}
	6	174.6 ± 18.2 ^{Cc}	176.1 ± 16.3 ^{Cd}	181.5 ± 4.0 ^{Bc}	197.4 ± 8.6 ^{Ac}
C	7	205.2 ± 19.3 ^{Bb}	223.7 ± 14.0 ^{Ab}	229.6 ± 1.6 ^{Ab}	231.7 ± 2.0 ^{Ab}
	8	164.7 ± 1.1 ^{Cd}	176.3 ± 12.3 ^{Bd}	196.2 ± 0.8 ^{Ab}	199.0 ± 16.3 ^{Ac}
	9	165.5 ± 12.7 ^{Cd}	169.6 ± 0.1 ^{Cd}	182.5 ± 3.4 ^{Bc}	200.8 ± 2.8 ^{Ac}

A-D: Aynı satırdaki farklı harfler dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir (p<0.05).

a-e: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir (p<0.05).



Şekil 4.7. Depolama boyunca örneklerin sertlik değerleri.

4.4.3. Yüzey yapışkanlığı (Adhesiveness)

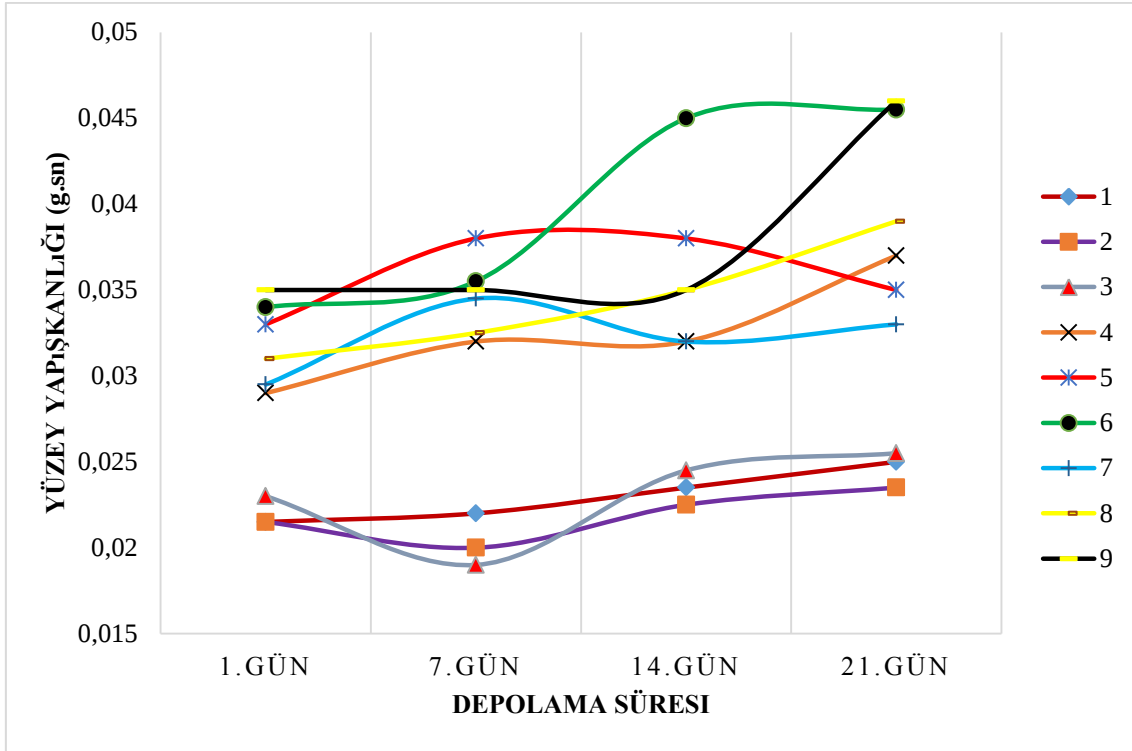
Çalışma da üretilen yüzey yapışkanlığına ait değerler çizelge 4.9 ve şekil 4.8’de verilmiştir. Yüzey yapışkanlığı değerlerinin istatistiksel analiz sonuçlarına bakıldığında; bal ilavesinin, kültür farklılıklarının ve depolama süresinin istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0.05$) etkili olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.9. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin yüzey yapışkanlığı (adhesiveness) değerlerine ait analiz sonuçları (g.sn)

Grup	Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
		1	7	14	21
A	1	0.76 ± 0.06^{Db}	1.15 ± 0.04^{Ce}	1.28 ± 0.03^{Ac}	1.21 ± 0.01^{Bc}
	2	0.83 ± 0.03^{Ca}	1.29 ± 0.00^{Bb}	1.39 ± 0.03^{Ab}	1.26 ± 0.02^{Bc}
	3	0.70 ± 0.11^{Cc}	1.12 ± 0.04^{Bd}	1.23 ± 0.03^{Ad}	1.26 ± 0.01^{Ac}
B	4	0.79 ± 0.01^{Db}	1.36 ± 0.01^{Ca}	1.47 ± 0.03^{Ba}	1.55 ± 0.03^{Aa}
	5	0.71 ± 0.01^{Cc}	1.34 ± 0.01^{Ba}	1.32 ± 0.03^{Bb}	1.46 ± 0.01^{Ab}
	6	0.72 ± 0.00^{Cc}	1.38 ± 0.01^{Ba}	1.46 ± 0.02^{Aa}	1.40 ± 0.03^{Bb}
C	7	0.71 ± 0.01^{Dc}	1.38 ± 0.04^{Ca}	1.49 ± 0.01^{Ba}	1.57 ± 0.03^{Aa}
	8	0.62 ± 0.01^{Dd}	1.20 ± 0.03^{Ac}	1.16 ± 0.06^{Bd}	1.13 ± 0.00^{Cd}
	9	0.66 ± 0.08^{Cd}	0.91 ± 0.02^{Be}	1.00 ± 0.00^{Bd}	1.04 ± 0.01^{Ad}

A-D: Aynı satırdaki farklı harfler dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir ($p<0.05$).

a-e: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir ($p<0.05$).



Şekil 4.8. Depolama boyunca örneklerin yüzey yapışkanlık değerleri.

4.4.4. İç yapışkanlık (Cohesiveness)

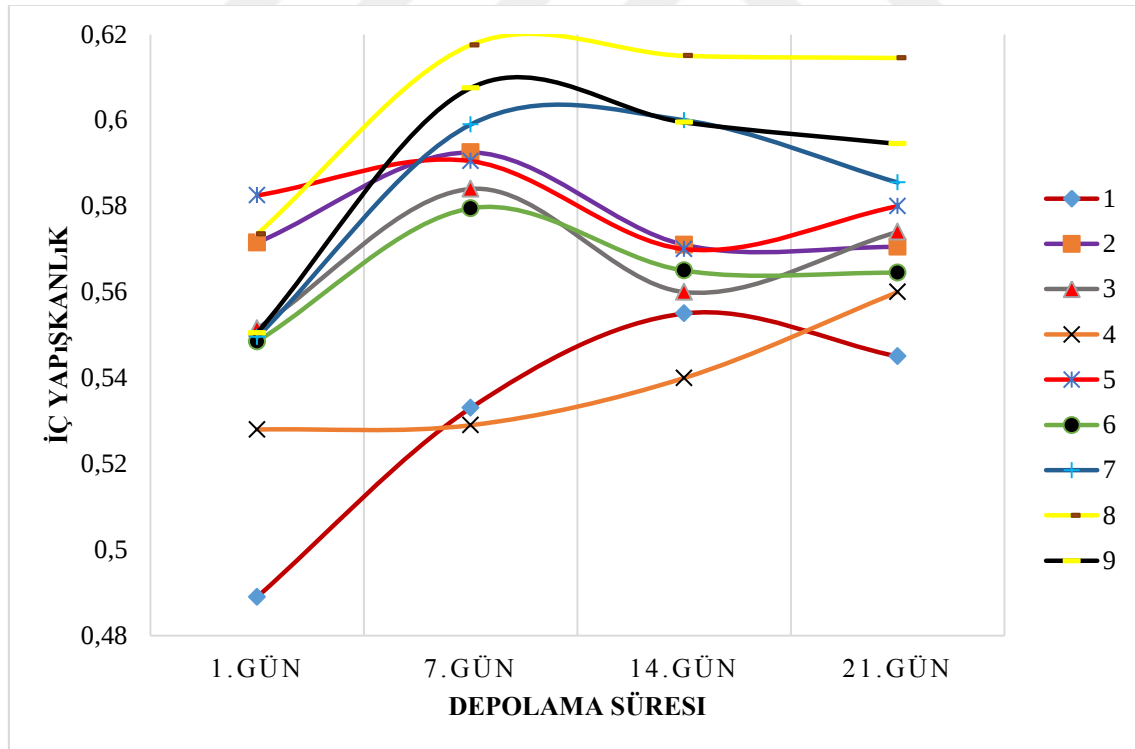
Çalışmada üretilen yoğurtların iç yapışkanlık değerleri çizelge 4.10 ve şekil 4.9’da verilmiştir. İç yapışkanlık değerlerinin istatistiksel analiz sonuçlarına bakıldığında; bal ilavesinin, kültür farklılıklarının ve depolama süresinin istatistiksel olarak genellikle önemli düzeyde ($p < 0.05$) etkili olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.10. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık (cohesiveness) değerine ait analiz sonuçları

Grup	Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
		1	7	14	21
A	1	0.49 ± 0.003^{Bd}	0.53 ± 0.02^{Ac}	0.55 ± 0.01^{Ac}	0.54 ± 0.01^{Ad}
	2	0.57 ± 0.005^{Ba}	0.59 ± 0.03^{Aa}	0.57 ± 0.02^{Bb}	0.57 ± 0.01^{Bc}
	3	0.55 ± 0.004^{Db}	0.58 ± 0.01^{Ab}	0.56 ± 0.01^{Cb}	0.57 ± 0.02^{Bc}
B	4	0.53 ± 0.02^{Cc}	0.53 ± 0.02^{Cc}	0.54 ± 0.01^{Bd}	0.56 ± 0.03^{Ac}
	5	0.58 ± 0.04^{Ba}	0.59 ± 0.02^{Aa}	0.57 ± 0.01^{Bb}	0.58 ± 0.00^{Bb}
	6	0.55 ± 0.005^{Cb}	0.58 ± 0.01^{Ab}	0.56 ± 0.01^{Bb}	0.56 ± 0.03^{Bc}
C	7	0.55 ± 0.03^{Cb}	0.60 ± 0.003^{Aa}	0.60 ± 0.00^{Aa}	0.59 ± 0.02^{Bb}
	8	0.57 ± 0.01^{Ba}	0.62 ± 0.09^{Aa}	0.61 ± 0.01^{Aa}	0.61 ± 0.02^{Aa}
	9	0.55 ± 0.02^{Cb}	0.61 ± 0.11^{Aa}	0.60 ± 0.001^{Aa}	0.59 ± 0.02^{Bb}

A-D: Aynı satırdaki farklı harfler dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir ($p < 0.05$).

a-d: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir ($p < 0.05$).



Şekil 4.9. Depolama boyunca örneklerin iç yapışkanlık değerleri.

4.4.5. Sakızimsılık (Gumminess)

Yoğurt örneklerinin fermentasyon süresinde yapılan analizlerde sakızimsılık (gumminess) sonuçlarına ait değerlerin depolama süresince arttığı gözlemlenmiştir. Çizelge 4.8 ve 4.10 incelendiğinde örneklerin sertlik ve iç yapışkanlık değerlerinin depolama boyunca arttığı görülmektedir. Dolayısıyla bu değerlere bağlı sakızimsılık değerleri de depolama bağlı olarak artış göstermektedir.

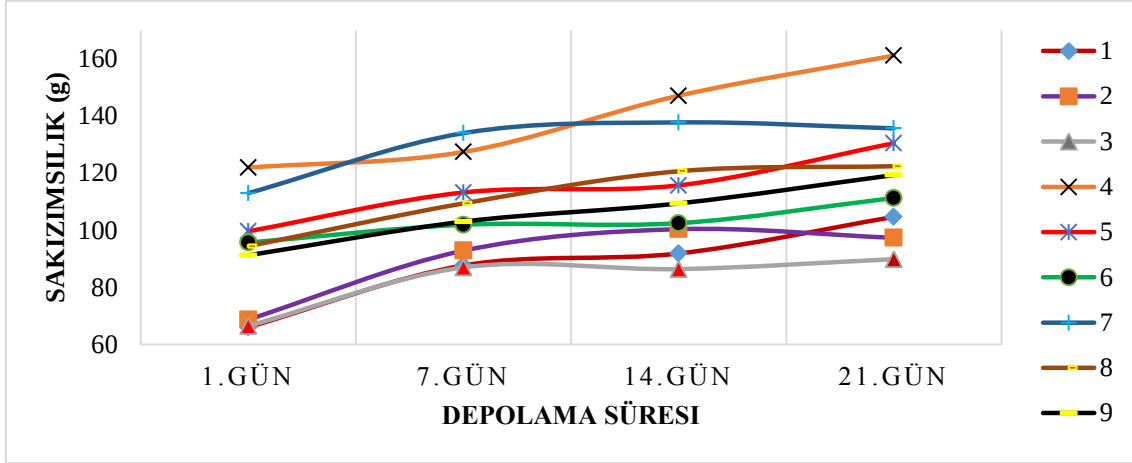
Çalışmada farklı bal ilaveleriye üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin sakızimsılık değerleri Çizelge 4.11 ve Şekil 4.9'da görülmektedir.

Çizelge 4.11. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin sakızimsılık (gumminess) değerine ait analiz sonuçları (g)

Grup	Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
		1	7	14	21
A	1	66.10 ± 3.32 ^{Cc}	87.69 ± 1.85 ^{Bc}	91.90 ± 0.79 ^{Bc}	104.70 ± 10.78 ^{Ac}
	2	68.75 ± 0.46 ^{Cc}	92.88 ± 8.42 ^{Bc}	100.39 ± 1.08 ^{Abc}	97.36 ± 3.06 ^{Ad}
	3	66.54 ± 0.78 ^{Bc}	87.01 ± 4.32 ^{Ac}	86.43 ± 5.86 ^{Ac}	89.90 ± 5.59 ^{Ad}
B	4	121.95 ± 0.57 ^{Ca}	127.41 ± 7.14 ^{Ca}	147.09 ± 5.80 ^{Ba}	161.16 ± 1.02 ^{Aa}
	5	99.66 ± 2.47 ^{Cb}	113.24 ± 1.95 ^{Bab}	115.73 ± 0.03 ^{Bb}	130.47 ± 3.49 ^{Ab}
	6	95.70 ± 9.10 ^{Ca}	101.95 ± 7.85 ^{Bb}	102.51 ± 0.99 ^{Bbc}	111.32 ± 0.29 ^{Ac}
C	7	113.01 ± 15.56 ^{Bab}	134.02 ± 9.02 ^{Aa}	137.76 ± 0.93 ^{Aab}	135.68 ± 6.24 ^{Ab}
	8	94.42 ± 0.44 ^{Ca}	109.42 ± 23.43 ^{Bb}	120.67 ± 1.91 ^{Ab}	122.44 ± 13.79 ^{Ab}
	9	91.25 ± 10.63 ^{Ca}	103.04 ± 19.63 ^{Bb}	109.41 ± 1.91 ^{Bb}	119.34 ± 3.00 ^{Ab}

A-C: Aynı satırdaki farklı harfler dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir (p<0.05).

a-d: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir (p<0.05).



Şekil 4.10. Depolama boyunca örneklerin sakızimsılık (gumminess) değerleri

4.4.6. Esneklik (Springiness)

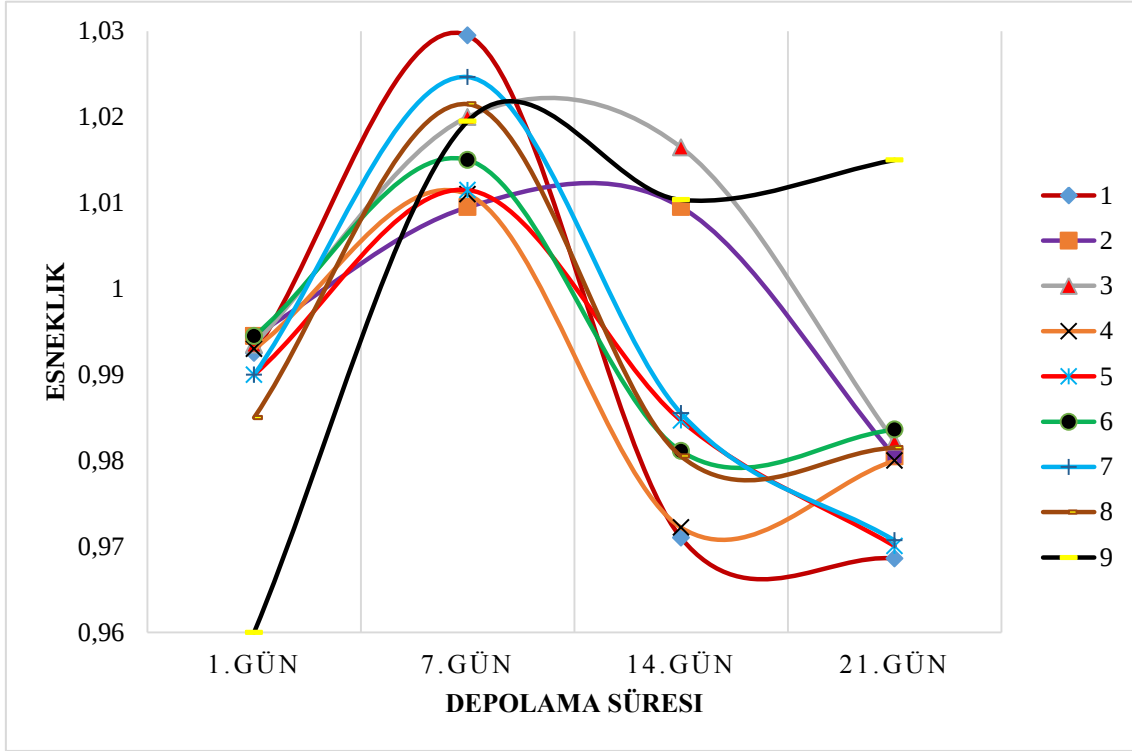
Çalışmada üretilen yoğurt örneklerinin esneklik değerine ait veriler Çizelge 4.12 ve Şekil 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin esneklik (springiness) değerine ait analiz sonuçları

Grup	Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
		1	7	14	21
A	1	0.99 ± 0.01 ^{Aa}	1.03 ± 0.01 ^{Aa}	0.97 ± 0.02 ^{Ba}	0.97 ± 0.02 ^{Ba}
	2	0.99 ± 0.11 ^{Aa}	1.01 ± 0.01 ^{Aa}	1.01 ± 0.01 ^{Aa}	0.98 ± 0.01 ^{Ba}
	3	0.99 ± 0.02 ^{Ba}	1.02 ± 0.00 ^{Aa}	1.02 ± 0.04 ^{Aa}	0.98 ± 0.01 ^{Ba}
B	4	0.99 ± 0.02 ^{Aa}	1.01 ± 0.01 ^{Aa}	0.97 ± 0.02 ^{Ba}	0.98 ± 0.00 ^{Ba}
	5	0.99 ± 0.08 ^{Ba}	1.01 ± 0.01 ^{Aa}	0.98 ± 0.01 ^{Ba}	0.97 ± 0.00 ^{Ba}
	6	0.99 ± 0.01 ^{Ba}	1.01 ± 0.01 ^{Aa}	0.98 ± 0.00 ^{Ba}	0.98 ± 0.02 ^{Ba}
C	7	0.99 ± 0.01 ^{Ba}	1.02 ± 0.01 ^{Aa}	0.99 ± 0.02 ^{Ba}	0.97 ± 0.01 ^{Ba}
	8	0.98 ± 0.03 ^{Ba}	1.02 ± 0.01 ^{Aa}	0.98 ± 0.001 ^{Ba}	0.98 ± 0.02 ^{Ba}
	9	0.96 ± 0.04 ^{Ba}	1.02 ± 0.01 ^{Aa}	1.01 ± 0.02 ^{Aa}	1.01 ± 0.01 ^{Aa}

A-B: Aynı satırdaki farklı harfler dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir (p<0.05).

a-b: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir (p<0.05).



Şekil 4.11. Depolama boyunca örneklerin esneklik (springiness) değerleri

4.5. Mikrobiyolojik Analizler

Çeşitli düzeyde bal ilavesinin, probiyotik bakterilerin canlılığı üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, depolamanın 1, 7, 14 ve 21. günlerinde belirlenen mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Çalışmada örneklerin yoğurt starter kültürü bakteri sayıları ve probiyotik kültür (*Bifidobacterium animalis* subsp *lactis* BB-12, *Lactobacillus acidophilus* LA-5) sayıları belirlenmiştir.

4.5.1. *Streptococcus thermophilus* sayıları

Depolamanın 1.gününde yoğurt örneklerinden alınan örneklerde yapılan analizlerde *Lactobacillus delbruekii* subsp. *bulgaricus* bakterisi gelişmemiştir. Bu nedenle depolamanın geri kalan günlerinde *Lactobacillus delbruekii* subsp. *bulgaricus* sayımı yapılmamıştır.

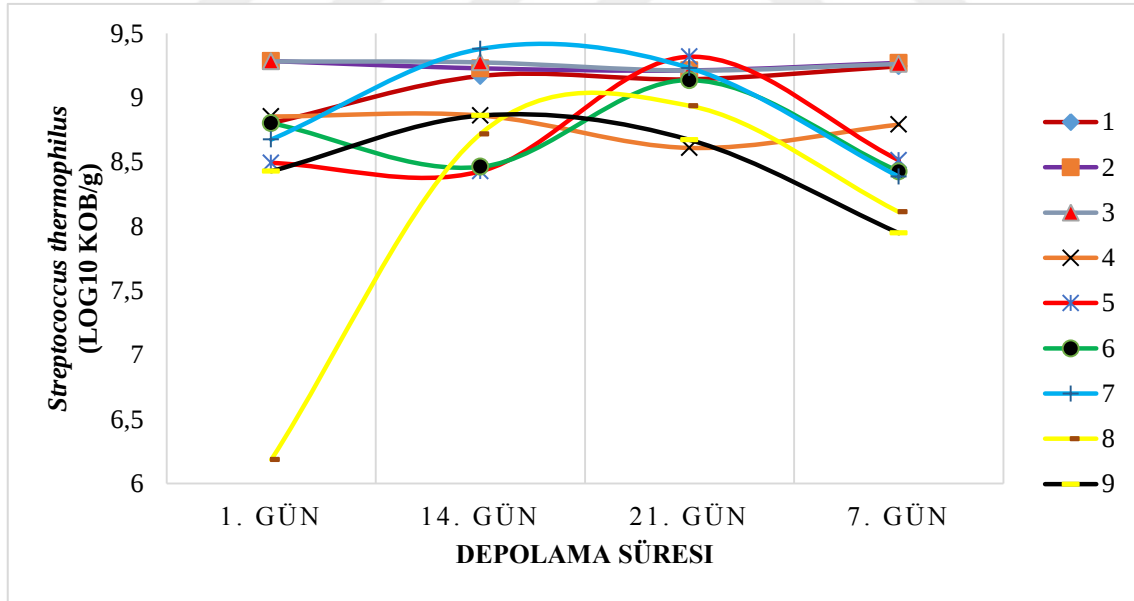
Çizelge 4.13 ve Şekil 4.12’de 21 günlük depolama süresinde yoğurt örneklerinin starter bakteri sayıları verilmiştir.

Çizelge 4.13. Yoğurt örneklerinin yoğurt *Streptococcus thermophilus* sayıları (log KOB/g)

Grup	Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
		1	7	14	21
A	1	8.80 ± 0.36 ^{Bb}	9.24 ± 0.01 ^{Aa}	9.17 ± 0.07 ^{Aa}	9.14 ± 0.07 ^{Aa}
	2	9.28 ± 0.05 ^{Aa}	9.27 ± 0.05 ^{Aa}	9.23 ± 0.03 ^{Aa}	9.21 ± 0.06 ^{Aa}
	3	9.28 ± 0.07 ^{Aa}	9.26 ± 0.06 ^{Aa}	9.27 ± 0.07 ^{Aa}	9.21 ± 0.01 ^{Aa}
B	4	8.85 ± 0.13 ^{Cb}	8.79 ± 0.02 ^{Ab}	8.86 ± 0.14 ^{Bb}	8.61 ± 0.15 ^{Bb}
	5	8.49 ± 0.16 ^{Bb}	8.51 ± 0.12 ^{Bb}	8.43 ± 0.01 ^{Bb}	9.32 ± 0.09 ^{Aa}
	6	8.80 ± 0.10 ^{Ab}	8.43 ± 0.03 ^{Bb}	8.46 ± 0.07 ^{Bb}	9.14 ± 0.21 ^{Aa}
C	7	8.67 ± 0.13 ^{Bb}	8.39 ± 0.06 ^{Bb}	9.38 ± 0.03 ^{Aa}	9.23 ± 0.06 ^{Aa}
	8	6.19 ± 4.13 ^{Cb}	8.11 ± 0.28 ^{Bbc}	8.72 ± 0.26 ^{Ab}	8.94 ± 0.02 ^{Aab}
	9	8.43 ± 0.15 ^{Ac}	7.93 ± 0.22 ^{Bc}	8.86 ± 0.08 ^{Ab}	8.67 ± 0.06 ^{Ab}

A-C: Aynı satırdaki farklı harfler dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir (p<0.05).

a-c: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir (p<0.05).



Şekil 4.12. Depolama boyunca örneklerin *Streptococcus thermophilus* değerleri.

Çalışmamızda incelenen yoğurt örneklerinin *Streptococcus thermophilus* bakterilerine, bal ilavesinin, kültür farklılıklarının ve depolama süresinin istatistiksel olarak önemli düzeyde (p<0.05) etkili olduğu saptanmıştır.

4.5.2 *Lactobacillus acidophilus* LA5 sayıları

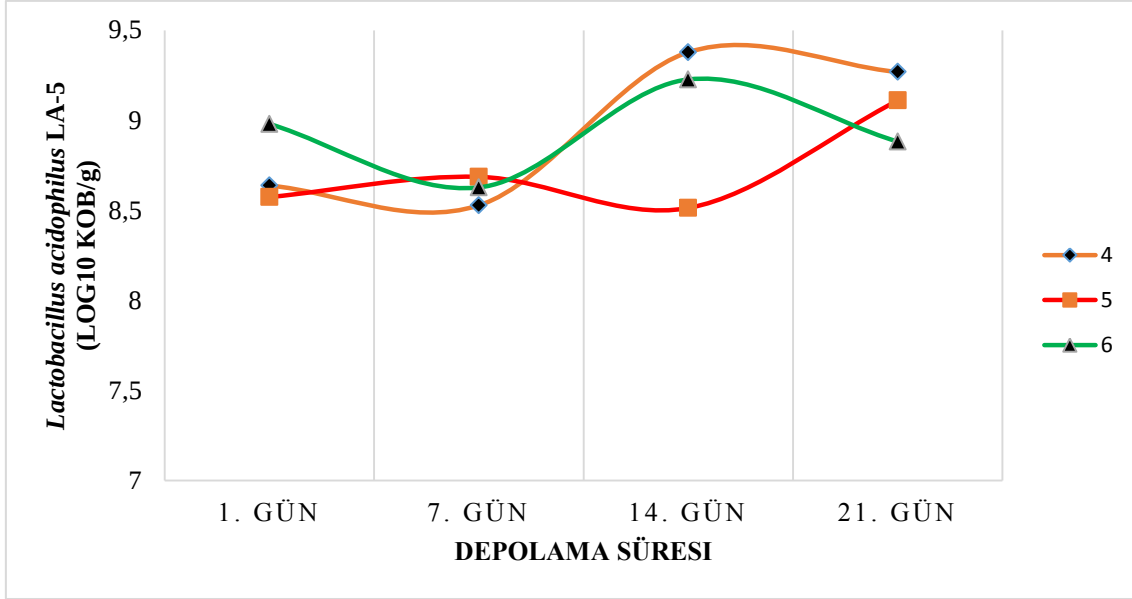
Yapılan çalışmada *L. acidophilus* LA5 yoğurt kültürü ile birlikte 2. Grup (4, 5 ve 6) örneklerde kullanılmıştır. Yirmi bir günlük depolama süresinde örneklerin *L. acidophilus* LA5 sayılarında meydana gelen değişimler Çizelge 4.14 ve Şekil 4.12’de görülmektedir. Örneklerin *L. acidophilus* LA5 sayıları arasında 1 ve 7. Günlerde istatistiki açıdan önemli bir değişim olmamıştır. Depolamanın 14 ve 21. Günlerinde ise bal ilaveli örneklerin *L. acidophilus* LA5 sayılarının kontrol grubu örneklerle göre bir miktar düştüğü görülmektedir (Çizelge 4.14 ve Şekil 4.13). Ancak depolama sonunda bal ilavesiz ve %5 bal ilaveli yoğurt örneklerinin *L. acidophilus* LA5 sayılarının başlangıç değerlerinden önemli düzeyde ($p<0.05$) daha yüksek olduğu, %7 bal ilaveli olanlarda ise başlangıç değerleri ile depolama sonu değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.14. Yoğurt örneklerinin *L. acidophilus* LA-5 sayıları (log KOB/g)

Grup	Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
		1	7	14	21
B	4	8.64 ± 0.14^{Ba}	8.53 ± 0.11^{Ba}	9.38 ± 0.10^{Aa}	9.27 ± 0.06^{Aa}
	5	8.57 ± 0.06^{Ba}	8.67 ± 0.07^{Ba}	8.51 ± 0.16^{Bb}	9.11 ± 0.04^{Aa}
	6	8.98 ± 0.10^{Ba}	8.63 ± 0.06^{Ba}	9.23 ± 0.13^{Aa}	8.88 ± 0.40^{Bb}

A-B: Aynı satırdaki farklı harfler dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir ($p<0.05$).

a-b: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir ($p<0.05$).



Şekil 4.13. Depolama boyunca örneklerin *L. acidophilus* LA5 değerleri.

4.5.3 *Bifidobacterium animalis* subsp *lactis* BB-12 sayıları

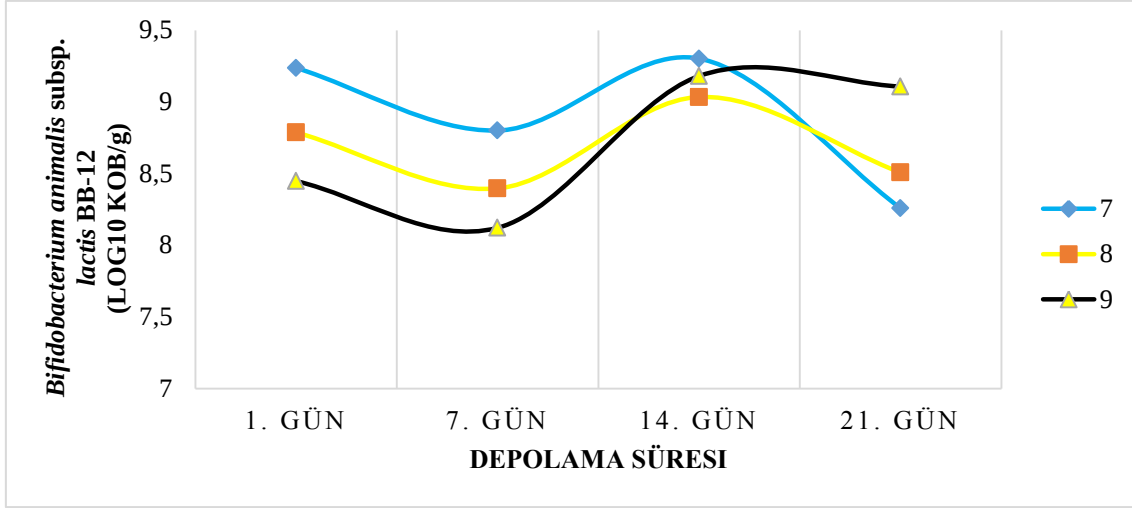
Çalışmamızda probiyotik özellik gösteren *Bifidobacterium animalis* subsp *lactis* BB-12 kültürü kullanılmıştır. *Bifidobacterium animalis* subsp *lactis* BB-12 sayıları 3. Grup örnekleri olan 7 (yoğurt kültürü + *B. animalis* subsp *lactis* BB-12 ile inoküle edilen ve bal ilavesiz yoğurt), – 8 (%5 bal + *B. animalis* subsp *lactis* BB-12 eklenmiş yoğurt) ve 9 (%7 bal + *B. animalis* subsp *lactis* BB-12 eklenmiş yoğurt) numaralı yoğurt örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Yoğurt örneklerinin *Bifidobacterium animalis* subsp *lactis* BB-12 sayıları (log KOB/g)

Grup	Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
		1	7	14	21
C	7	9.238 ± 0.034 ^{Aa}	8.801 ± 0.022 ^{Ba}	9.303 ± 0.072 ^{Aa}	8.259 ± 0.361 ^{Cc}
	8	8.788 ± 0.210 ^{Bab}	8.397 ± 0.077 ^{Cb}	9.034 ± 0.331 ^{Ab}	8.508 ± 0.302 ^{Cb}
	9	8.448 ± 0.059 ^{Bb}	8.122 ± 0.444 ^{Bb}	9.181 ± 0.165 ^{Aa}	9.107 ± 0.044 ^{Aa}

A-C: Aynı satırdaki farklı harfler dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir (p<0.05).

a-c: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir (p<0.05).



Şekil 4.14. Depolama boyunca örneklerin *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12 değerleri.

4.6. Yoğurt Örneklerine Ait Duyusal Analiz Sonuçları

4.6.1. Renk

Çalışma da panelistlerin yoğurt örneklerinin renk özelliğine verdikleri puanların istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin renk değerine ait analiz sonuçları

		Depolama Süresi (Gün)			
Grup	Örnek	1	7	14	21
A	1	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}
	2	4.50 ± 0.71 ^{Bb}	4.50 ± 0.71 ^{Bb}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}
	3	4.50 ± 0.71 ^{Bb}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	4.50 ± 0.71 ^{Bb}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}
B	4	4.50 ± 0.71 ^{Bb}	4.50 ± 0.71 ^{Bb}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}
	5	4.00 ± 0.00 ^{Cc}	4.50 ± 0.71 ^{Bb}	4.50 ± 0.71 ^{Bb}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}
	6	4.00 ± 0.00 ^{Cc}	4.50 ± 0.71 ^{Bb}	4.50 ± 0.71 ^{Bb}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}
C	7	4.50 ± 0.71 ^{Bb}	4.50 ± 0.71 ^{Bb}	4.50 ± 0.71 ^{Bb}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}
	8	4.00 ± 0.00 ^{Cc}	4.50 ± 0.71 ^{Bb}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}
	9	3.50 ± 0.71 ^{Cd}	4.50 ± 0.00 ^{Bc}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}

A-C: Aynı satırdaki farklı harfler dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir (p<0.05).

a-d: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir ($p<0.05$).

4.6.2. Görünüş

Çalışmada üretilen yoğurt örneklerinin görünüş değerine ait veriler Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin görünüş değerlerine ait analiz sonuçları

Grup	Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
		1	7	14	21
A	1	5.00 ± 0.00^{Aa}	5.00 ± 0.00^{Aa}	5.00 ± 0.00^{Aa}	5.00 ± 0.00^{Aa}
	2	4.50 ± 0.71^{Bb}	5.00 ± 0.00^{Aa}	5.00 ± 0.00^{Aa}	5.00 ± 0.00^{Aa}
	3	5.00 ± 0.00^{Aa}	5.00 ± 0.00^{Aa}	5.00 ± 0.00^{Aa}	5.00 ± 0.00^{Aa}
B	4	3.50 ± 0.71^{Cd}	4.50 ± 0.71^{Bb}	4.50 ± 0.71^{Bb}	5.00 ± 0.00^{Aa}
	5	4.00 ± 0.00^{Cc}	4.50 ± 0.71^{Bb}	5.00 ± 0.00^{Aa}	5.00 ± 0.00^{Aa}
	6	4.00 ± 0.00^{Bc}	5.00 ± 0.00^{Aa}	5.00 ± 0.00^{Aa}	5.00 ± 0.00^{Aa}
C	7	4.50 ± 0.71^{Ab}	4.50 ± 0.71^{Ab}	4.50 ± 0.71^{Ab}	4.50 ± 0.71^{Ab}
	8	4.00 ± 0.00^{Cc}	4.50 ± 0.71^{Bb}	4.50 ± 0.71^{Bb}	5.00 ± 0.00^{Aa}
	9	4.00 ± 0.00^{Cc}	5.00 ± 0.00^{Bb}	4.50 ± 0.71^{Bb}	4.50 ± 0.71^{Bb}

A-C: Aynı satırdaki farklı harfler dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir ($p<0.05$).

a-d: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir ($p<0.05$).

4.6.3. Koku

Panelistlerin yoğurt örneklerinde koku özelliklerine verdikleri değerlerin istatistiki analiz sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin koku değerlerine ait analiz sonuçları

		Depolama Süresi (Gün)			
Grup	Örnek	1	7	14	21
A	1	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	4.50 ± 0.71 ^{Ba}	4.00 ± 0.00 ^{Cb}
	2	4.00 ± 0.00 ^{Bb}	4.00 ± 0.00 ^{Bc}	4.00 ± 0.00 ^{Bb}	4.50 ± 0.71 ^{Aa}
	3	4.00 ± 0.00 ^{Cb}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	4.00 ± 0.00 ^{Cb}	4.50 ± 0.71 ^{Ba}
B	4	4.00 ± 0.00 ^{Bb}	4.50 ± 0.71 ^{Ab}	4.00 ± 0.00 ^{Bb}	4.00 ± 0.00 ^{Bb}
	5	4.00 ± 0.00 ^{Bb}	4.00 ± 0.00 ^{Bc}	4.50 ± 0.71 ^{Aa}	4.50 ± 0.71 ^{Aa}
	6	4.00 ± 0.00 ^{Cb}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	4.50 ± 0.71 ^{Ba}	4.50 ± 0.71 ^{Ba}
C	7	4.00 ± 0.00 ^{Cb}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	4.50 ± 0.71 ^{Ba}	4.50 ± 0.71 ^{Ba}
	8	3.50 ± 0.71 ^{Cc}	4.50 ± 0.71 ^{Ab}	4.50 ± 0.71 ^{Aa}	4.00 ± 0.00 ^{Bb}
	9	4.00 ± 0.00 ^{Bb}	4.50 ± 0.71 ^{Ab}	4.50 ± 0.71 ^{Aa}	4.50 ± 0.71 ^{Aa}

A-C: Aynı satırdaki farklı harfler dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir (p<0.05).

a-c: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir (p<0.05).

4.6.4. Kıvam

Çam balı ve probiyotik kültür kullanılarak üretilen yoğurt örneklerine ait kıvam değerleri Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin kıvam değerlerine ait analiz sonuçları

		Depolama Süresi (Gün)			
Grup	Örnek	1	7	14	21
A	1	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}
	2	4.50 ± 0.71 ^{Bb}	4.50 ± 0.71 ^{Bb}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}
	3	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	4.50 ± 0.71 ^{Bb}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}
B	4	4.00 ± 0.00 ^{Bc}	4.50 ± 0.71 ^{Ab}	4.50 ± 0.71 ^{Ab}	4.50 ± 0.71 ^{Ab}
	5	4.00 ± 0.00 ^{Cc}	4.50 ± 0.71 ^{Bb}	5.00 ± 0.01 ^{Aa}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}
	6	4.00 ± 0.0 ^{Cc}	4.50 ± 0.71 ^{Bb}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	4.50 ± 0.71 ^{Bb}
C	7	4.00 ± 0.0 ^{Bc}	4.50 ± 0.71 ^{Ab}	4.50 ± 0.71 ^{Ab}	4.50 ± 0.71 ^{Ab}
	8	4.00 ± 0.00 ^{Cc}	4.50 ± 0.71 ^{Bb}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}
	9	3.50 ± 0.71 ^{Cd}	4.00 ± 0.00 ^{Bc}	4.50 ± 0.71 ^{Ab}	4.50 ± 0.71 ^{Ab}

A-C: Aynı satırdaki farklı harfler dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir (p<0.05).

a-d: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir (p<0.05).

4.6.5. Lezzet

Yoğurt örneklerinin lezzet özelliğine ait değerlendirme sonuçları Çizelge 4.20’de görülmektedir.

Çizelge 4.20. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin lezzet değerlerine ait analiz sonuçları

Grup	Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
		1	7	14	21
A	1	4.50 ± 0.71 ^{Aa}	4.50 ± 0.71 ^{Aa}	4.50 ± 0.71 ^{Ab}	4.50 ± 0.71 ^{Ab}
	2	4.50 ± 0.71 ^{Ba}	4.00 ± 0.00 ^{Cb}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}
	3	4.00 ± 0.00 ^{Cb}	4.00 ± 0.00 ^{Cb}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	4.50 ± 0.71 ^{Bb}
B	4	4.00 ± 0.00 ^{Ab}	3.50 ± 0.71 ^{Bc}	4.00 ± 0.00 ^{Ac}	4.00 ± 0.00 ^{Ac}
	5	4.00 ± 0.00 ^{Bb}	4.00 ± 0.00 ^{Bb}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}
	6	4.00 ± 0.00 ^{Bb}	4.50 ± 0.71 ^{Aa}	4.00 ± 0.00 ^{Bc}	4.50 ± 0.71 ^{Ab}
C	7	4.00 ± 0.00 ^{Ab}	3.50 ± 0.71 ^{Bc}	4.00 ± 0.00 ^{Ac}	4.00 ± 0.00 ^{Ac}
	8	3.50 ± 0.71 ^{Cc}	4.00 ± 0.00 ^{Bb}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	4.00 ± 0.00 ^{Bc}
	9	4.00 ± 0.00 ^{Bb}	4.00 ± 0.00 ^{Bb}	4.50 ± 0.71 ^{Ab}	4.00 ± 0.00 ^{Bc}

A-C: Aynı satırdaki farklı harfler dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir (p<0.05).

a-c: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir (p<0.05).

4.6.5. Genel Beğeni

Çalışmada üretilen yoğurt örneklerinin genel beğeni puanları ve bu puanların istatistiki analiz sonuçları Çizelge 4.21’de görülmektedir.

Çizelge 4.21. Çam balı kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin genel beğeni değerlerine ait analiz sonuçları

Grup	Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
		1	7	14	21
A	1	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}
	2	4.50 ± 0.71 ^{Bb}	4.00 ± 0.00 ^{Cc}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}
	3	4.50 ± 0.71 ^{Bb}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}
B	4	4.00 ± 0.00 ^{Bc}	4.50 ± 0.71 ^{Ab}	4.50 ± 0.71 ^{Ab}	4.00 ± 0.00 ^{Bc}
	5	4.00 ± 0.00 ^{Bc}	4.00 ± 0.00 ^{Bc}	4.50 ± 0.71 ^{Ab}	4.00 ± 0.00 ^{Bc}
	6	4.00 ± 0.00 ^{Bc}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	4.00 ± 0.00 ^{Bc}	3.50 ± 0.71 ^{Cd}
C	7	4.00 ± 0.00 ^{Bc}	4.00 ± 0.00 ^{Bc}	4.50 ± 0.71 ^{Ab}	4.50 ± 0.71 ^{Ab}
	8	4.00 ± 0.00 ^{Bc}	4.00 ± 0.00 ^{Bc}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	4.00 ± 0.00 ^{Bc}
	9	4.00 ± 0.00 ^{Bc}	4.00 ± 0.00 ^{Bc}	5.00 ± 0.00 ^{Aa}	4.00 ± 0.00 ^{Bc}

A-C: Aynı satırdaki farklı harfler dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir (p<0.05).

a-d: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir (p<0.05).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma da çam balı ilavesinin probiyotik yoğurdun fonksiyonel özelliklerini arttırdığı ve üretilen yoğurtların fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerinden olumlu etkileri olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

5.1. Örneklerin Fizikokimyasal Analiz Sonuçlarının Değerlendirmesi

Kullanılan sütlere süt tozu ekleyerek kuru madde miktarı yüksek yoğurtlar üretilmiş ve bal ilavesiyle bu oran daha da yüksek seviyelere çıkmıştır. Kuru madde miktarı depolamanın sadece 1.gününde ölçülmüştür. Miktar üzerinde etkisi olan herhangi bir durum söz konusu olmadığı için depolamanın diğer günlerinde analiz tekrar edilmemiştir.

Çeşitli katkıları ile üretilen yoğurtlarla yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Prebiyotik olarak balkabağı ilavesiyle yoğurt üretimi yapılan bir çalışmada kontrol yoğurduna oranla %1.5 lif eklenmiş yoğurtların kurumadde oranının yüksek olduğu belirtilmiştir. Bal kabağı ilavesinin yoğurdun kuru maddesini arttırdığı bildirilmiştir (Bakırcı, 2014). Meyveli yoğurtlarla yapılan bir çalışmada ise meyve ve sakkaroz ilavesinin kurumadde ve yağsız kuru maddeyi arttırdığı belirtilmiştir (Öztürk ve Akyüz, 1995).

PH, asitlik derecesinin bir ölçüsüdür ve inkübasyon süresinin belirlenmesinde önemli bir parametredir. *Lactobasillus acidophilus* LA5 ile inoküle edilen bal ilaveli ve ilavesiz yoğurt örneklerinin pH değerleri kontrol grubu örneklerin pH değerleri ile benzerlik göstermektedir. *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 ile inoküle edilen örneklerde ise bal ilavesiz olanların pH değerleri ile kontrol grubu örneklerin pH değerleri arasında istatistiki açıdan önemli bir fark yoktur. Ancak bal ilaveli olanların pH değerleri kontrol grubu örneklerin pH değerlerinden önemli düzeyde ($p<0.05$) daha yüksektir. Bifidobakterler ürünlerde probiyotik starter olarak kullanılırsalar da laktik asit bakterileri grubunda değildir. Bu bakteriler laktozu bifid shunt (fructose 6-phosphate) iz yolu ile metabolize ederler. Bu iz yol ile laktozdan birincil metabolitler olarak 3:2 oranında asetat ve laktat üretirler. Bununla beraber az miktarda da olsa etanol ve formik asitte meydana gelir (Kaptan, 2000; González-Rodríguez ve ark., 2013). Örneklerin pH

değerlerindeki azalmalar, sütteki laktozun fermentasyonu sonucunda başta laktik asit olmak üzere organik asitlerin meydana gelmesi ile ilişkilidir. Sütte, laktik, sitrik, orotik, siyalik, benzoik, sorbik ve diğerleri dahil olmak üzere bir dizi organik asitin olduğu bilinmektedir (Belitz ve ark., 1999). Probiyotikler tarafından üretilen organik asitler ortamdaki pH'yı düşürerek bağırsaklarda düşük pH koşullarına hassas olan zararlı mikroorganizmaların sayılarının azalmasına neden olur. Bifidobakterler laktik asitle birlikte yüksek miktarda asetik asitte üretirler ve bu asetik asit özellikle Gram (-) bakterilere karşı laktik asitten daha güçlü bir antagonistik etkiye sahiptir (Lourens-Hatting ve ark., 2001).

Bifidobakterler bal ile beraber sinbiyotik olarak kullanıldığında, balda bulunan çeşitli oligosakaritler bifidobakteriler tarafından kullanılarak organik asit üretimini arttırmaktadırlar. Ayrıca balda asetik, butirik, sitrik, formik, glukonik, laktik, malik, pirog glutamik ve süksinik asitler gibi çeşitli organik asitleri (%0.17 ile %1.17) içermektedir (Ammar ve Ark., 2015). Dolayısı ile bal ve bifidobakterlerin sinbiyotik ilişkisi sonucunda meydana gelen özellikle asetik asit yoğurt bakterilerinin gelişimini inhibe etmiş ve bunun sonucunda da bu örneklerin pH değerleri diğer örneklerin pH değerlerinden daha yüksek olmuştur.

Probiyotik yoğurt üretiminde prebiyotik olarak ayva tozunun (%0, %0.5, %1 ve %1.5) kullanıldığı bir çalışmada, yoğurtlarda 28 günlük depolama süresi boyunca çeşitli analizler yapılmıştır. Tüm örneklerin pH değerlerinin depolamanın ilk gününe göre düşüş gösterdiği belirlenmiş ve en düşük pH değerinin %1 ayva tozu içeren yoğurt örneğine ait olduğu belirtilmiştir (Çınar, 2016).

Farklı oranlarda (%0, %0.5, %1, %1.5) bal kabağı lifi kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinde 14 gün boyunca pH değerleri ölçülmüştür. Tüm örneklerin pH değerleri depolama süresi boyunca azalmıştır. Ayrıca pH değeri en düşük olan yoğurt örneği %1.5 bal kabağı ilavesi içeren örnek olmuştur (Bakırcı, 2014).

Kailasapathy (2008) yapmış olduğu bir çalışmada probiyotik yoğurtlara farklı meyve çeşitleri (çilek, kiraz, çarkıfelek ve mango) ekleyerek 35 gün depolamıştır. 35 gün boyunca *Lactobacillus acidophilus* LAFTI® L10 ve *Bifidobacterium animalis* ssp bakterilerinin gelişimi izlenmiştir. Probiyotik bakteri ve çeşitli meyveler varlığında incelenen pH değerleri tüm yoğurt örneklerinde düşüş göstermiştir. Ancak en düşük pH değeri çarkıfelek meyvesi ilaveli örneklerden elde edilmiştir.

Rashid ve Thakur (2002) yaptıkları çalışmada farklı seviyelerde balın (%5, %10 ve %15 ve %20) yoğurdun mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Ballı yoğurtlara probiyotik bakteri inoküle edilip (*Streptococcus salivarius* ssp *thermophilus* NCDC074, *Lactobacillus delbrueckii* ssp *bulgaricus* NCDC009) belli analizlere tabii tutmuşlardır. Çalışma sonucunda %15 ve %20 bal içeren yoğurtların pH değerlerinin diğer örneklerden daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada yoğurda yağsız süt tozu ve %1, %2 ve %3 konsantrasyonlarda prebiyotik (FOS, inülin ve dirençli nişasta) ilave edilmiştir. Tüm prebiyotik ilaveli yoğurtların pH seviyelerinde depolama sonuna kadar düşüş gözlemlenmiştir (Gustaw ve ark., 2011).

Çalışmamızda farklı oranlarda bal ilavesiyle üretilen tüm yoğurt gruplarında yukardaki çalışmalarla uyumlu olarak depolama süresi boyunca katkı ilavesine ve depolama süresine bağlı olarak pH seviyesinde düşüş gözlemlenmiştir.

Çalışmada prebiyotik olarak kullanılan bal seviyeleri laktik asit bakterilerinin gelişimini teşvik ederek asitlik değerlerinin artmasına neden olmuştur. Ancak *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 probiyotik kültürü ile birlikte bal katkısı kullanımının yoğurt örneklerinde asitlik gelişimini diğer örneklerle göre sınırladığı görülmektedir (Çizelge 4.4) bu sonuçlardan yola çıkarak laktik asit bakterileri (LAB) grubunda olan ve çalışmamızda probiyotik kültür olarak kullandığımız *Lactobacillus acidophilus* LA-5 kültürünün ve yine LAB grubunda olan yoğurt bakterilerinin aktivitelerinin bal ilavesi ile teşvik edildiği söylenebilir (Ertem 2016). Ancak *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 probiyotik kültürü kullanılan yoğurtlarda bal ilavesiz örneklerin asitlik düzeyleri tüm örnekler içerisinde en yüksekken, bal ilaveli örneklerin asitlik değerlerinin ise yine tüm örnekler içerisinde en düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durumun, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 probiyotik kültürünün hem sütte bulunan laktozu hem de bal içerisinde bulunan glikoz ve galaktozu bifid shunt iz yolu üzerinden metabolize etmesi sonucunda oluşan laktik asit, asetik asit ve etanolün yoğurt bakterilerinin aktivitesini sınırlandırması sonucunda meydana geldiği söylenebilir (González-Rodríguez ve ark., 2013).

Karakuş (2013) prebiyotik lif içeren stevia'nın eklendiği probiyotik yoğurt üretimi gerçekleştirmiştir. Çalışmada, sade, %10 şeker, stevia (%2.5, %2, %1.5), stevia

+ şeker (%5 + %1.25, %5 + %1; %5 + %0.75) ilaveli çilek aromalı probiyotik yoğurt üretilmiştir. Çalışma için üretilen yoğurtlarda yoğurt kültürü olarak *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, probiyotik bakteri olarak da *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* kullanılmıştır. Araştırmacı 21 günlük depolama süreci boyunca stevia eklenen yoğurtlarda titrasyon asitliğinin başlangıçta ortalama 1 ile 1.20 arasında olduğunu sonlara doğru ise bu değer 1.30 ile 1.40 arasına yükseldiğini belirtmiştir.

Probiyotik yoğurt ile yapılan bir çalışmada yoğurtlar *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus* ile inoküle edilmiştir. Çalışmada probiyotik bakteri olarak *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* kullanılmıştır. Araştırmacılar %14 muz marmelatı eklenen probiyotik yoğurtların bazı özellikleri üzerine inceleme yapmıştır. Kontrol grubu, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus acidophilus* + *Bifidobacterium bifidum* ilaveli yoğurtların titrasyon asitliği laktik asit cinsinden sırasıyla %0.85, %0.83, %0.74 ve %0.85'dir. bu değerler 14. günün sonunda %1.04, %1.00, %1.10 ve %0.94'e yükselmiştir. En fazla artış %14 muz marmelatı + *Lactobacillus acidophilus* ilaveli yoğurt örneğinde görülmüştür (Çakmakçı ve ark., 2010).

Bal ile güçlendirilen bir biyo yoğurt çalışmasında 6 grup yoğurt üretimi yapılmıştır. Kontrol grubuna sadece yoğurt kültürleri inoküle edilmiştir. Biyo yoğurtlar ABT (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* + *Bifidobacterium bifidum*) kültürleri ile üretilmiştir. Sonrasında sırasıyla yoğurtlara %2, %4 ve %6 bal ilavesi yapılmıştır. 15 gün boyunca depolanan yoğurtlara yapılan asitlik analizinde bal ilaveli yoğurtların kontrol grubuna göre asitlik değerleri daha düşük ölçülmüştür. Depolama süresi boyunca tüm yoğurt örneklerinde asitlik artış göstermiştir. Asitlik değeri kontrol grubuna en yakın grup %6 bal ilaveli yoğurt örneği olmuştur. ABT kültürü ilaveli yoğurtlarda asitlik değerleri kayda değer bir düşüş göstermiştir. Daha sonra bal ilave edilen yoğurtlarda bu değerlerin yükseldiği gözlemlenmiştir (Ammar ve ark., 2015).

Lactobacillus casei ile yapılan bir probiyotik yoğurt çalışmasında yoğurtlara prebiyotik olarak %0, %0.5, %1 ve %2 oranlarında rafinoz ilave edilmiştir. Depolama süresi 28 gün olan yoğurtlara depolama boyunca çeşitli analizler yapılmıştır. Depolama boyunca tüm gruplarda titrasyon asitliği artış göstermiştir. Fakat rafinoz ilavesinin titrasyon asitliğine herhangi bir etkisi olmamıştır (Marinaki ve ark., 2016).

Çalışmamızda farklı oranlarda bal ilavesiyle üretilen tüm yoğurt gruplarında yukarıda ki çalışmalarla uyumlu olarak depolama süresi boyunca katkı ilavesine ve depolama süresine bağlı olarak titrasyon asitliğinde artış görülmektedir.

Yoğurtlarda yüksek olması arzulanan tekstürel özelliklerden biri de su tutma kapasitesidir. Su tutma kapasitesi, pektin, nişasta, protein gibi makromoleküllerin düşük konsantrasyonlarının büyük miktarlarda suyu, yapıdan sızmayı engelleyecek şekilde fiziksel olarak hapsedebilme yeteneğini tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Yoğurdun yapısında su tutma kapasitesi süt proteinleri ile gerçekleşmektedir. Su protein interaksiyonları, dipol-iyon, dipol-dipol, hidrofobik hidrasyon ve hidrofobik interaksiyon yolları ile gerçekleşmektedir (Fennema, 1996).

Çalışmamızda incelenen yoğurt örneklerinin su tutma kapasitelerine bal ilavesinin, kültür farklılıklarının ve depolama süresinin istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0.05$) etkili olduğu belirlenmiş olsa da, örneklerin su tutma kapasite değerleri birbirine yakındır. Depolama sonunda her üç grupta da bal ilaveli örneklerin su tutma kapasiteleri bal ilavesi yapılmamış olanlara göre bir miktar yükselmiştir.

Andız pekmezi içeren set tipi yoğurtların bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesine ilişkin çalışmada; andız pekmezi katkısının artmasına paralel olarak su tutmanın kontrol yoğurtlarına oranla arttığı bulunmuştur. Bu durum andız pekmesinin su tutma kapasitesi yüksek olan protein ve indirgen şeker içermesine bağlanmıştır (Çelik ve ark., 2009).

Barkallah ve ark (2017) yapmış olduğu bir çalışma da yoğurtlara %0.25, %0.5, %0.75 ve %1 oranlarında toz *Spirulina platensis* ilave etmiş ve 28 gün boyunca depolama yapmışlardır. Yapılan analizlerde yoğurtlarda depolama boyunca su tutma kapasitesinin arttığını belirtmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* kullanılarak biyo-yoğurt üretilmiş ve yoğurtlar selüloz lifiyle zenginleştirilmiştir. Yoğurtlara sırasıyla %0, %0.5, %1 ve %2 selüloz lifi eklenmiş $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 20 gün boyunca depolanmıştır. Depolama başlangıcında %2 selüloz lifi ilaveli yoğurtların su tutma kapasitesi kontrol grubu örneklere göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca 20 günlük depolama boyunca tüm grupların su tutma kapasitelerinin arttığı bildirilmiştir (Akın ve ark., 2018).

Balcıoğlu (2013) yaptığı bir çalışmada çilek ve askorbik asit ilavesinin probiyotik yoğurtlara etkisini araştırmıştır. Bu amaçla yoğurtlara, %10 şeker ve %8, %10 ve %12 oranlarında çilek ilave edilmiş ve her grup kendi arasında üçe ayrılmıştır. Her grupta yer alan örnekler sırasıyla % 0 (Kontrol), % 0.01 ve % 0.025 oranlarında askorbik asit ilave edilerek 9 farklı çilekli fermente süt içeceği üretilmiştir. 21 günlük depolama boyunca yoğurtlara belirli analizler yapılmış ve su tutma kapasitelerinin çilek miktarı arttıkça azaldığı belirtilmiştir. Depolama sonunda tüm örneklerin su tutma kapasitelerinin arttığı bildirilmiştir.

Çalışmamızda bal ilaveli yoğurtların su tutma kapasiteleri diğer çalışmalarla uyumlu olarak yüksek bulunmuştur. Depolama süresi boyunca tüm sonuçlar birbirine yakın çıkmıştır. Balın içeriğinde bulunan şekerlerden dolayı su tutma kapasitesinin yüksek olabileceği düşünülmektedir.

Yoğurtta kalite ölçütlerinden biri de serum ayrılması (sinerezis)'dir. Serum ayrılması sıvını jel yapıdan ayrılmasını ifade eden bir terimdir ve yoğurtlarda sıklıkla karşılaşılan bir kusurdur. Oluşumlarını düzenleyen genel kurallar yoktur. Bir polimer jelde, çözücü kalitesinin düşürülmesi (örneğin, sıcaklık değiştirilerek), tuz eklenmesi (polielektrolitler) veya çapraz bağlantıların veya bağlantıların sayısının artırılması sinereze neden olabilir (Walstra, 1996). Yoğurtta sinerezis; protein ağının suyu sıkı bir şekilde tutamadığı zaman meydana gelir. Serum ayrılmasının kurumadde miktarı ile ters orantılı olduğu bilinmektedir (Tosun, 2007).

Genel olarak serum ayrılma sonuçları değerlendirildiğinde bütün örneklerde 7. günde bir artış gözlemlenmiş fakat 14. günden itibaren değerlerde bir düşüş görülmüştür. Pancar ve ark (2016) sığır ve balık jelatini ve keçiyoynuzu gamı ilavesiyle ürettikleri yoğurtların çeşitli özelliklerini belirlemişlerdir. Bu çalışmada jelatin katkılı örneklerin sinerezis değerinin tüm analiz dönemlerinde %0.3'ün altında olduğu bulunmuştur. Depolama başlangıcında kontrol grubu örneklerde %1'in üzerinde olan sinerezis değerleri, çalışmamızdakine benzer şekilde bir miktar artmış depolama sonunda ise %3'ün altına azalmıştır. Çalışmamızda elde edilen sinerezis değerleri değerlendirildiğinde birbirlerinden çok az farklı olmakla birlikte çok düşük değerler olduğu görülmektedir.

Yapılan çalışmalara bakıldığında, bir araştırmada aloe vera ve *Lactobacillus casei*'nin sulu ekstraktı ile inek sütünden üretilen yoğurtların farklı sürelerde (1, 3, 5, 7

ve 10 gün) soğukta muhafaza öncesi ve sonrası fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri incelenmiştir. %2.5 ekstrakt ilaveli yoğurtlarda serum ayrılma değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir. Depolama süresince yoğurt örneklerinin serum ayrılma değerlerinden artış gözlemlenmiştir (Mahmoudi ve ark., 2016).

Uzuner (2012) 'in yaptığı pirinç sütü eklenmiş yoğurtlarda ise pirinç sütü miktarına göre serum ayrılmasının yükseldiği bildirilmiştir. Daha sonra depolama süresi arttıkça bu değerlerde de düşüş görülmüştür.

Yapılan bir çalışmada sulandırılmış yağsız ve tam yağlı süt tozundan üretilen probiyotik yoğurdun canlı *Lactobacillus acidophilus* sayılarını ve sinerez yüzdesini incelenmiştir. 35 günlük depolama boyunca yağsız süt tozundan üretilen probiyotik yoğurtların başlangıçta serum ayrılma değeri tam yağlı süt tozundan üretilen yoğurtlara göre daha düşük olmuştur. Depolama süresi boyunca serum ayrılma değerleri her iki grupta da eşit oranda yükselmiştir (Obi ve ark., 2019).

Çam balı ilaveli yapılan bir yoğurt çalışmasında yoğurtlara probiyotik bakteri olarak *Lactobacillus acidophilus* kullanılmıştır. Sırasıyla %2, %4 ve %6 bal ilave edilmiş ve 21 gün boyunca depolamaya bırakılmıştır. Depolama süresince yoğurtlarda fiziksel, kimyasal ve duyusal bazı analizler yapılmıştır. Kontrol grubu örnekler depolamanın 1. gününde en yüksek serum ayrılma değerlerine sahipken (%52.68), %6 bal ilaveli yoğurt örnekleri en düşük serum ayrılma değerlerine sahip olmuştur. 21 günlük depolama süresi sonunda en yüksek serum ayrılma değerleri %6 bal ilaveli yoğurt örneklerinden, en düşük serum ayrılma değerleri ise %2 bal ilaveli yoğurt örneklerinden elde edilmiştir. Depolama boyunca tüm örneklerin serum ayrılma değerlerinde azalma olduğu bildirilmiştir (Coşkun ve ark., 2019).

Machado ve ark (2017) probiyotik (*Lactobacillus acidophilus* LA-05) keçi yoğurtları ile yaptıkları bir çalışmada yoğurtlara 0%, 5%, 10% ve 15% bal ilavesi yapmışlardır. Yoğurtlarda 28 günlük depolama süresi boyunca fizikokimyasal ve duyusal analizler yapılmıştır. Depolama süresince %10 bal ilaveli yoğurtlar hariç diğer yoğurt gruplarının serum ayrılma değerlerinde artış görülmüştür. Çalışmada bal ilavesi arttıkça serum ayrılma değerlerinin azaldığı görülmüştür. Bu sonuçların balın yüksek osmolaritesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmamız, yapılan çalışmalar ile belli noktalar da farklılık göstermiştir. Bunun fermentasyon koşulları, süt kaynağı, bal ve kullanılan mikroorganizmalardan

kaynaklandığı düşünülmektedir. Genel olarak çalışmamız da depolama sonunda serum ayrılma değerlerinde düşüş görülmektedir. Yoğurttaki mikrobiyal aktivite depolama süresince devam eder. Asitlik, proteinler ve laktozun parçalanması ile artar. Artan asitlik ile proteinlerin su tutma kapasitesi artar, böylelikle serum ayrılması azalır ve yoğurt stabilitesi artar. Ayrıca, serum ayrılmasının azalması, üretilen yoğurtlarda kullanılan balın varlığı ile de ilişkilendirilebilir (Coşkun ve ark., 2019).

5.2. Yapısal Analizlerin Değerlendirmesi

Viskozite, akışkanın etkilendiği kuvvetler altında şekil değiştirmeye gösterdiği direnç olarak tanımlanmaktadır. Yoğurt üretiminde uygulanan ısı işlem ve asitlik artışına (laktik asit bakterilerinin faaliyeti sonucunda) bağlı olarak viskozitesi düşük olan süt jel yapısındaki daha yüksek viskoziteli yoğurda dönüşür. Yoğurdun viskozitesi üzerine süt çeşidi, sütün bileşimi, uygulanan ısı işlemin şiddeti, starter kültür, kullanılan katkı maddeleri gibi çeşitli faktörler etkilidir.

Depolama süreci baz alınarak bakıldığında 21 günlük depolama süresi sonunda başlangıç değerlerine göre tüm grupların viskozite değerlerinde bir artış olduğu görülmektedir. Örneklerin viskozite değerlerinde depolamanın 7 ve 14. günlerinde dalgalı değişimler meydana gelse de, tüm örneklerin depolama sonu viskozite değerlerinin başlangıç değerlerine göre istatistiki olarak önemli düzeyde yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.7). Örnekler arasındaki karşılaştırma sonuçlarına göre ise her 3 grupta da bal ilavesiz üretilen yoğurtların viskozite değerlerinin bal ilaveli olanlardan önemli düzeyde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Hematyar ve ark., (2012) farklı gumların yoğurdun çeşitli özellikleri üzerindeki etkisini incelemek için yaptıkları çalışmada gum ilavesiz kontrol grubu örneklerin 1. Gün viskozite değerlerini 2464 cP, 10. gün viskozite değerlerini ise 2065 cP olarak bulmuşlardır. Pancar ve ark., (2013) ise balık ve sığır jelatini ve keçi boynuzu gamı ilaveli yoğurtların çeşitli özelliklerini inceledikleri çalışmalarında kontrol grubu örneklerin viskozite değerlerinin depolamanın her üç döneminde de (1, 8 ve 15. gün) 4000 cP'nin altında olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızdaki hem bal ilaveli, hemde bal ilavesiz yoğurt örneklerinin viskozite değerleri bu çalışmalardaki örneklerin viskozite değerlerinden daha yüksektir.

Bu durum çalışmamızda kullanılan sütün yağsız süt tozu ile standardize edilerek yağsız kurumadde miktarının %14' yükseltilmesinden kaynaklanıyor olabilir.

Depolamanın tüm dönmelerinde, her üç grupta da bal ilaveli yoğurtların viskozite değerleri kontrol grubu yoğurtların viskozite değerlerinden daha düşük olmuştur. Yoğurt üretiminde süte uygulanan ısı işlem sonucunda serum proteinleri denatüre olarak protein-protein etkileşimlerinin meydana gelmesine ve sonuçta jel yapının oluşmasına neden olur. Gıda sistemlerinde, bileşenler arasında hidrojen bağı, hidrofobik, van der Waals ve elektrostatik etkileşimleri içeren çeşitli etkileşim türleri meydana gelebilir. Gıda sistemlerinin genel stabilitesi ve mikroyapısı, yalnızca proteinlerin veya polisakkaritlerin fiziko-kimyasal özelliklerine değil, aynı zamanda proteinler ve polisakkaritler arasındaki etkileşimlerin doğasına ve gücüne de bağlıdır. Katı bileşen yüzeyleri birbirlerine temas ettiğinde, bileşen yüzeyleri ve ara yüzey arasında olacak enerji değişimlerine bağlı olarak iki parçacık birbiriyle etkileşime girer. Temas eden yüzey alanları dışında, temas alanlarının yapısında yüzey enerjisini etkileyecektir. Protein-karbonhidrat etkileşimlerinde, karbonhidratlar proteinlere bağlanan su gibi davranarak protein-protein etkileşimlerinin kısmen zayıflamasına neden olur. Buda viskozitenin azalmasına yol açar. Bu durum çalışmamızda bal ilaveli yoğurtların viskozite değerlerinin, kontrol grubu örneklerin viskozite değerlerinden düşük olmasını açıklamaktadır. Yüksek bal ilavesi protein-protein interaksiyonlarını daha fazla azalttığı için en düşük viskozite değerleri bu örneklerden elde edilmiştir (Thompson ve ark., 2009).

Karakuş (2013) yapmış olduğu stevia ve şeker ilaveli yoğurt çalışmasında %10 şeker ilaveli yoğurtta en yüksek viskozite artışı görülmüştür. Depolama sonunda tüm örneklerin viskozite değerlerinin depolama başlangıcına göre arttığı belirlenmiştir.

Meyve ilaveli yoğurt ile yapılan bir başka çalışmada ilave edilen meyvelerin viskozite değerleri üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir. Çilek, kiraz, şeftali ve kahve eklenen yoğurtlarda en yüksek viskozite değerine sahip olan yoğurt çilekli yoğurt olmuştur (Akın ve Konar, 1999).

Turunç ekstresi ilavesiyle yapılan bir çalışmada kontrol grubuna kıyasla turunç ilavesinin depolama boyunca viskozite değerlerini arttırdığı bildirilmiştir (Çevik, 2013).

Çalışmamız yapılan çalışmalar ile karşılaştırıldığında katkı ilaveli tüm yoğurtlarda viskozite artışı görülmüştür. Bal ilaveli yoğurtlar ve farklı katkıların eklendiği paralel çalışmalar viskozite artışı hususunda benzerlik göstermektedir.

Sertlik (hardness) gıdayı azı dişleri arasında sıkıştırmak veya gıdanın deformasyonu için gerekli güç olarak tanımlanır. TPA (Textüre Profile Analizi)'de ise ilk sıkıştırmada ulaşılan maksimum gücü ifade eder. Sertlik faktörü toplam kurumadde, kullanılan sütün bileşimi ve uygulanan teknolojik işlemlere göre değişiklikler gösterebilmektedir (Özcan, 2012).

Çalışmada elde edilen sertlik değerleri incelendiğinde depolama sonunda tüm örneklerin sertlik değerlerinin başlangıç değerlerine göre istatiki olarak önemli düzeyde artış gösterdiği Örnekler kendi aralarında karşılaştırıldıklarında bal ilavesinin 3 grup örnekte de sertlik değerini düşürdüğü görülmektedir. Mudgil ve ark. (2018) yapmış oldukları bir çalışma da %2-2.5 oranında kısmen hidrolize guar zambkı (PHGG) ilavesinin yoğurtların sertliğini etkilemediği, %2.5'in üzerindeki değerlerin ise sertliği azalttığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda örneklerden elde edilen viskozite değerlerine benzer olarak sertlik değerlerinin de bal ilaveli yoğurtlarda bal ilavesiz olanlara göre düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 4.7-4.8). Çünkü bal içinde bulunan karbonhidratların sütte jel yapıyı oluşturan proteinlerde etkileşimi sonucunda, protein protein etkileşimleri kısmen zayıflamış buna bağlı olarak da sertlik değerleri azalmıştır (Thompson ve ark., 2009).

Yapılan bir çalışmada yoğurtlara belli oranlarda hurma lifi eklenmiş ve kontrol yoğurdu ile kıyaslandığında hurma lifinin yoğurtlarda sertlik değerini arttırdığı belirtilmiştir (Hashim ve ark., 2009). Shah ve ark., (2016) ananas kabuk tozu ilavesiyle ürettikleri sade ve probiyotik yoğurtlarda, sertlik değerlerinin depolama süresi boyunca düştüğünü bildirmişlerdir. Ayva tozu kullanılarak üretilen probiyotik yoğurtlarda da sertlik değerlerinin benzer şekilde depolama boyunca düştüğü bildirilmiştir.(Çınar, 2016).

Çalışmamızda da benzer şekilde bal ilavesinin sertlik değerlerini tüm analiz dönemlerinde düşürdüğü belirlenmiştir.

Yoğurdun bağlanma özelliğini gösteren tekstürel özellik yüzey yapışkanlığı olarak adlandırılmaktadır (Özcan, 2012). Yüzey yapışkanlığı (adhesiveness) gıda yüzeyi ile diğer materyallerin yüzeyi (örneğin dil, dişler, damak) çekme gücünü yenmek için

gerekli iş miktarıdır. TPA'da ise gıda ile prop arasındaki çekim gücünü yenmek için ihtiyaç duyulan işi ifade eder ve ilk sıkıştırmada elde edilen negatif alandaki maksimum güce eşittir. Çalışmada yüzey yapışkanlığı değerlerinin depolamaya bağlı olarak genellikle arttığı görülmektedir. Pang ve ark. (2015) yaptıkları bir sinbiyotik yoğurt çalışmasında nişasta katkısı kullanmışlardır. İçerisine %1 ve %2 seviyesinde nişasta ilave edilen yoğurtlarda yüzey yapışkanlık değerlerinin kontrol grubu örneklerine göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Sarwar ve ark. (2019) *Saccharomyces boulardii* ilavesiyle ürettikleri probiyotik yoğurtlarda inülin ilavesinin yoğurtların fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada inülin ilavesinin örneklerin yüzey yapışkanlık değerlerini arttırdığı bildirilmiştir.

Gıdanın ağızda kırılmadan önceki bozulma derecesi veya gıdanın iç bağlarının dayanıklılığı iç yapışkanlık olarak tanımlanmaktadır (Özcan ve ark., 2016). TPA'da 2. sıkıştırmada elde edilen pozitif alanın, 1. sıkıştırmada elde edilen pozitif alana oranıdır. Çizelge 4.10 incelendiğinde depolama süresi boyunca bal ilaveli örneklerin iç yapışkanlık değerlerinin kontrol grubu örneklerin iç yapışkanlık değerlerine göre genellikle daha yüksek olduğu görülmektedir. Tüm örneklerin iç yapışkanlık değerleri ise depolama sonunda depolama başlangıcına göre daha yüksek bulunmuştur. Her 3 grupta da %5 bal ilavesinin iç yapışkanlık değerlerinin %7 bal ilavesine göre daha fazla arttırdığı tespit edilmiştir. Mudgil ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada hidrolize guar gamı ilavesinin yoğurtların iç yapışkanlık değerlerini düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Selüloz lifiyle zenginleştirilmiş bir probiyotik yoğurt çalışmasında selüloz lifinin kurumadde miktarını arttırdığı için iç yapışkanlık değerini arttırdığı bildirilmiştir (Akın ve ark., 2018). Özcan ve ark. (2016), bezelye pürelili yoğurtların sertlik ve iç yapışkanlık değerlerinin depolama süresince arttığını belirlemiştir. Çalışmamızda da bu çalışmalarla uyumlu olarak bal ilavesi örneklerin iç yapışkanlık değerlerini arttırmıştır.

Sakızımsılık (gumminess) yarı katı bir gıdanın parçalanarak yutulmaya hazır hale getirilmesi için gerekli enerjidir. TPA'da sertlik (hardness) ve iç yapıştırıcılık (cohesiveness) değerlerinin çarpımıyla elde edilir. Sertlik ve iç yapışkanlık değerlerinde olduğu gibi sakızımsılık değerleri üzerinde de depolama süresi bal ilave düzeyi ve probiyotik bakteri farklılığı genellikle önemli düzeyde etkili olmuştur. Tekstür profil analizlerinden biri olan sakızımsılık yoğurdun iç bağlarının gücü ile alakalı bir

parametredir. Düşük olduğu durumlar yoğurtların daha yumuşak olduğunun göstergesidir (Akın ve ark., 2019).

Baba ve ark (2018) yaptıkları çalışma da keten tohumu ilavesinin yoğurtların sakızimsılık değerlerini arttırdığını bildirmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada inülin ve kabak tozu ilavesiyle üretilen az yağlı yoğurtlarda kabak tozu ilavesinde ki artışa paralel olarak örneklerin sakızimsılık değerlerinin de arttığı bildirilmiştir (Darwish, 2020).

Sonuç olarak bal ilavesi yoğurtların sakızimsılık değerlerinde düşüşe sebebiyet vermiştir. Fakat 21 günlük depolama boyunca tüm gruplarda bu değerlerde artış görülmüştür.

Esneklik bir ürünün deformasyon gücü ortadan kalktıktan sonra ne kadar esnediğinin bir ölçüsüdür. TPA’de ilk sıkıştırmadaki deformasyondan sonra 2. sıkıştırmaya başlandığında ölçülür. İkinci penetrasyonda elde edilen sıkıştırma mesafesinin, birinci penetrasyondaki sıkıştırma mesafesine bölünmesiyle bulunur. Çalışma sonuçları incelendiğinde 9 numaralı örnek dışında diğer örneklerin esneklik değerlerinin depolama sonunda depolama başlangıcına göre ya azaldığı ya da aynı kaldığı görülmektedir.

Ayar ve ark (2014) havuç ile zenginleştirilmiş yoğurtlarda depolamanın 1 ve 10. günlerinde esneklik değerlerinin kontrol grubu örneklerle göre arttırdığını bildirmişlerdir. Mudgil ve ark. (2017) ise hidrolize guar zamkı ilavesinin yoğurtların esneklik değerlerini depolama süresi boyunca azalttığını tespit etmişlerdir.

5.3. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçlarının Değerlendirmesi

Bifidobakterler 1899-1900’da ilk kez Tissier tarafından tanımlanan anaerobik özellik gösteren bir bakteri türüdür. *Bifidobacterium* cinsine ait türler gıdaların korunmasında, bazı suşların probiyotik etki göstermesinden dolayı en önemli taksalardandır. Çalışmamız da kullandığımız *Bifidobacterium animalis* subsp *lactis* BB-12 suşu probiyotik özelliğe sahip olmanın yanı sıra glisemik kontrol konusunda da olumlu sonuçlar göstermektedir (Elal ve ark., 2018). *Lactobacillus* türleri ise bakterileri, süt ürünlerinden insan gastrointestinal sistemine kadar çeşitli ortamlarda bulunurlar ve fermentatif metabolizmanın son ürünü olarak laktik asit üretirler. Bu bakterilerin, 4-5 veya daha düşük pH’da hayatta kaldığı bilinmektedir. Ayrıca çalışmamızda

kullandığımız *Lactobacillus acidophilus* LA-5'te olduğu gibi bazı türleri probiyotik özellik göstermektedir (Anjum ve ark., 2014).

Laktik asit bakterileri süt şekerini fermente ederek ana ürün olarak laktik asit oluşturan mikroorganizmalardır. Bu grupta az sayıda patojen özellikte mikroorganizma bulunsa da genellikle gıdalarda güvenle kullanılan bakterileri içerir. Laktik asit bakterilerinin bir kısmı gıdalarda starter olarak kullanılır. Yoğurt üretiminde kullanılan bakterilerde süt asidi bakterileri grubundadır. Bu bakteriler *Lactobacillus delbrueckii* spp *bulgaricus* ile *Streptococcus thermophilus*'tur. Gıdalarda kullanılacak starter grupları belirlenirken, kombinasyonda bulunan starterlerin arasındaki rekabetin göz önüne alınması gerekir. Kombinasyondaki herhangi bir mikroorganizma rekabete girerek diğer starterlerin ortamdan elemine olmasına neden olmamalıdır. Yani birlikte kullanılan starterler arasında antagonist ilişki olamamalıdır. Sinerjistik olarak birbirlerinin gelişimini desteklemeleri gerekir. Yoğurt üretiminde kullanılan starterler *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* arasında böyle bir ilişki bulunmaktadır.

Bu iki bakteri tek başına da üreyebilme yeteneğine sahiptir. Ancak birlikte bulundukları ortamlarda metabolizma ürünleri ile birbirlerinin gelişimlerini desteklerler. Laktik asit bakterileri grubunda bulunan diğer starter kültürlerine göre *S. thermophilus* daha sınırlı düzeyde bir proteolitik aktiviteye sahiptir. Ancak gelişebilmeleri içinde serbest amino asitlere ihtiyaç duyarlar. Bu nedenle, yoğurt üretiminde, süte serum proteinlerinin yeterli düzeyde denatürasyonunu sağlayacak ısı işlem uygulanması ya da proteolitik aktivitesi yüksek uygun *Lactobacillus* kültürü ile birlikte kullanılması *S. thermophilus*'un gelişimini desteklemektedir (Varga, 2006).

Çalışma da elde edilen değerlendirildiğinde; üretilen yoğurt örneklerinin içerisine eklenen katkı maddesine göre depolama süresi arttıkça *Streptococcus thermophilus* sayıları anlamlı olarak yükselir ya da alçalır değerlendirilmesi yapılamaz çünkü her örnek grubu kendi içerisinde depolama süresine göre dalgalı sonuçlara sahiptir. Bazı örneklerin *Streptococcus thermophilus* sayılarının 7. depolama gününde değerlerinin arttığı ve daha sonraki depolama günlerinde azaldığı görülmektedir. Bazı örneklerde ise 7. depolama gününden sonra değerlerinin azaldığı 14. günden sonra arttığı gözlemlenmiştir. Ek olarak, her depolama gününde *Streptococcus thermophilus* sayıları anlamlı olarak yükselen tek grup %7 bal + *Bifidobacterium animalis* subsp

lactis BB-12 eklenmiş 8. gruptur. Ayrıca, her depolama gününde *Streptococcus thermophilus* sayıları anlamlı olarak azalan tek grup %5 bal ilaveli 2. grup örnekleridir. Kontrol grubu baz alınarak bakıldığında bal ilavesinin depolamanın 1. günü itibariyle *Streptococcus thermophilus* sayısında artışa neden olduğu görülmektedir. Özellikle B ve C grubu örneklerde bal ve probiyotik kültür ilavesiyle üretilen yoğurtlarda depolama sonunda *Streptococcus.thermophilus* sayıları önemli ölçüde artmıştır.

Metry ve ark. (2009) yapmış oldukları arı sütü ve bal ilaveli yoğurt çalışmasında yoğurtlara *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus* inoküle etmişlerdir. Dokuz günlük depolama süresi boyunca yoğurtlara çeşitli analizler yapılmıştır. Bal ilaveli yoğurtların depolama boyunca *S. thermophilus* sayılarında artış olduğu görülmektedir. Ayrıca, baldaki yüksek mineral ve şeker içeriğine bağlı olarak bal konsantrasyonu %4 olduğunda yoğurt starterlerinin canlılığının daha fazla olduğu bildirilmiştir.

Sinbiyotik olarak üretilen bir yoğurt çalışmasında yoğurtlara inülin ve probiyotik bakteri ilave edilmiştir. Yirmi bir gün boyunca depolanan yoğurtlarda çeşitli analizler yapılmış ve ilaveten belli günlerde bakteri sayımları gerçekleştirilmiştir. Depolama boyunca *Streptococcus thermophilus* sayılarında azalma olduğu belirtilmiştir ve bunun sebebinde *S. Thermophilus*'un tek başına kullanılması olduğu bildirilmiştir. Bilindiği üzere yoğurt kültürleri üretimde tek başlarına kullandıklarında çoğalma ve laktik asit oluşturma yetenekleri azalmaktadır (Kaya, 2015).

Başka bir çalışmada ise prebiyotik olarak yoğurtlara bal kabağı lifi eklenmiş ve depolama süresince bakteri canlılıkları gözlemlenmiştir. Depolamanın 1. gününde en düşük *Streptococcus thermophilus* sayısı kontrol grubu yoğurtlarında tespit edilmiştir. Depolamanın 14. Gününde ise en yüksek *Streptococcus thermophilus* sayıları bal kabağı lifi eklenen yoğurtlarda tespit edilmiştir (Bakırcı, 2014).

Varga (2006) yaptığı çalışmada %1 ve %5 akasya balı ilaveli yoğurtları 6 haftalık depolama süresi boyunca çeşitli analizlere tabii tutmuştur. Depolama sonunda *Streptococcus thermophilus* sayılarının bal varlığında artış gösterdiği gözlemlenmiştir.

Bizim çalışmamızda da yapılan çalışmalara benzer olarak tek başına *Streptococcus thermophilus* kullanılan çalışmalar hariç *Streptococcus thermophilus* sayılarının depolamaya bağlı olarak arttığı görülmektedir.

Laktobasiller gram-pozitif, katalaz-negatif bakterilerdir ve spor oluşturmazlar. Hücre yapıları uzun çubuk, kısa çubuk ya da kokobasil şeklindedir. Süt asidi bakterileri grubunda bulunan mikroorganizmaların büyük bir kısmı *Lactobacillus* cinsine dahildir. Günümüze kadar, bu bakteri cinsine dahil 80'den fazla tür ve alt tür tanımlanmıştır. Laktobasiller oksijen içeriği düşük ortamları tercih ederler. Süt endüstrisinde yalnızca birkaç türü starter kültür olarak kullanılmaktadır. Homofermentatif laktobasiller, fakültatif heterofermantatif laktobasiller ve obligat heterofermentatif laktobasiller olmak üzere 3 gruba ayrılırlar (Yörük ve ark., 2011).

Çalışmamızda kullanılan *L. acidophilus* LA5 homofermantatif gruba dahildir. Bu grupta bulunan türler hegzoz şekerlerini Embden Meyerhof Parnas (EMP) glikolitik yoluna göre parçalar ve fermentasyonda son ürün olarak yalnızca ya da baskın olarak laktik asit oluştururlar. Grubun bazı üyeleri *L. acidophilus* LA5'te olduğu gibi probiyotik özelliktedir (Anjum ve ark., 2014).

Probiyotik bakterilerin beklenen faydalı aktivitelerini yerine getirebilmeleri için depolama süresince ürün içerisinde canlılıklarını korumaları tüketilecek üründe en az 10^8 adet/g veya mL düzeyinde bulunması gerekir (Akan ve ark., 2015). Çalışma sonuçları incelendiğinde kontrol grubu ve %5 bal ilaveli örnekte depolama sonunda başlangıç sayılarına göre 1 log artış olduğu, %7 bal ilaveli olanlarda ise önemli bir değişim olmadığı belirlenmiştir. Sonuçta bal ilavesinin yoğurtta *L. acidophilus* LA5 sayısı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı söylenebilir. Ancak yine de tüm örneklerde *L. acidophilus* LA5 sayıları probiyotik gıdalardaki probiyotik mikroorganizmalar için kritik sınır olan 10^8 adet/g değerinin üzerindedir.

Karadut ve ceviz ezmesi (gobdin) ilaveli yoğurtlar ile yapılan bir çalışmada 21 günlük depolama süresinde, %5 gobdin ilavesi ile üretilen yoğurtlarda, *Lactobacillus acidophilus* sayılarının kontrol grubu yoğurtlara (sadece yoğurt kültürü ile inoküle edilen) göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Farklı düzeylerde yapılan gobdin ilaveleri arasında, *L. acidophilus* sayılarının an fazla arttığı yoğurtlar %5 gobdin ilaveli yoğurtlar olmuştur (Çakmakçı, 2016). Prebiyotik takviye olarak stevia kullanılan bir başka yoğurt çalışmasında stevia ilaveli yoğurtlar ile kontrol grubu yoğurtlar arasında *L. acidophilus* değerleri açısından istatistiki açıdan önemli bir fark olmadığı rapor edilmiştir. Sadece depolamanın 21. gününde stevia + şeker ilaveli yoğurt örneklerinde *L. acidophilus* sayılarında bir artış gözlemlenmiştir (Karakuş, 2013). Dirican'ın yapmış

olduğu çam balı ilaveli yoğurt çalışmasında bizim çalışmamızdaki sonuçlara benzer şekilde, *L. acidophilus* sayıları arasında depolama boyunca önemli bir farklılık olmadığı görülmüştür (Dirican, 2017). *L. acidophilus* ile yapılan bir çalışmada bakterinin en küçük fruktooligosakkarit kullanabilme yeteneği araştırılmıştır. Sadece glikoz, sadece sükroz ve sadece früktoz içeren ortamlarda yapılan çalışmalarda bakterinin birincil tercihinin glikoz olduğu tespit edilmiştir. Glikoz varlığında bakterinin gelişim hızının früktoz ve sükroza göre daha hızlı olduğu belirlenmiştir (Büyüktortop ve ark., 2012). Farklı oranlarda kinoa unu ilavesiyle yapılan bir çalışmada 21 günlük depolama sonunda en yüksek *L. acidophilus* sayısı %2 kinoa unu ilaveli gruplarda tespit edilmiştir. Yine çalışma boyunca en yüksek *L. acidophilus* sayısı depolamanın 11.gününde belirlenmiştir. Depolamanın 21. gününde en düşük *L. acidophilus* sayısının kontrol grubunda olduğu tespit edilmiştir (Hafif, 2019).

Bifidobakteriler ilk kez 1899'da anne sütüyle beslenen bebeklerin dışkılarından izole edilmiştir. Bifidobakteriler düzensiz gram pozitif, anaerobik, hareketsiz, 2-8µ uzunluğunda ve spor oluşturmeyen bakterilerdir. Optimum gelişme sıcaklıkları 36-38°C'dir. Bifidobakterler fruktoz-6 fosfat fosfoketolaz enzimi varlığıyla diğer bakterilerden ayırt edilebilmekte ve diğer laktik asit bakterilerinden farklı olarak glikozu "Bifid Shunt" (frukto-6-fosfat shunt) yoluyla fermente etmektedirler. Bu fermentasyon sonucunda 1 mol glikozdan 1.5 mol asetik asit ve 1mol laktik asit oluşmaktadır. Katalaz veya indol negatif ve nitratları indirgeyememektedirler. Bifidobakteriler probiyotik olarak kabul edilmişlerdir. Çünkü bifidobakteriler bağırsakta canlı kalıp, bağırsak bakteri dengesini düzenlemekte ve ayrıca mukoz glikoproteinler vasıtasıyla bağırsak epiteline bağlanarak insan ve hayvan sağlığı üzerinde faydalı fizyolojik etkiler göstermektedirler. Bifidobakterler süt asidi bakterileri grubunda olmamakla beraber bu grup bakterilerle birlikte starter olarak kullanılmaktadır.

Her üç örnekte de *B. animalis* subsp *lactis* BB-12 depolamanın 14. Gününde, başlangıç sayılarına göre artış göstermiştir. Bu süreden sonra bal ilavesiz ve %5 bal ilaveli örneklerin *B. animalis* subsp *lactis* BB12 sayılarında depolama başlangıç değerlerine göre bir azalma olmuştur. Bu azalmalar kontrol örneklerinde istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$), %5 bal ilaveli örneklerde ise istatistiki açıdan önemsizdir. %7 bal ilaveli örneklerin *B. animalis* subsp *lactis* BB-12 sayıları ise bu gruptaki en yüksek değerleridir. Bu örneklerin depolama sonu sayıları depolama başlangıç değerlerinden 1

log daha fazladır. Depolamanın tüm dönemlerinde tüm örneklerin *B. animalis* subsp *lactis* BB-sayıları probiyotik ürünler için kritik değer olan 108 adet/g değerinin üzerindedir. Ancak yoğurda bal ilavesinin, 21 günlük depolama süresinde *B. animalis* subsp *lactis* BB-12 canlılığını desteklediği, %5 bal ilavesinin depolama boyunca *B. animalis* subsp *lactis* BB-12 canlılığının stabil kalmasını sağladığı, %7 bal ilavesinin ise bakteri canlılığının 1 log artmasına neden olduğu belirlenmiştir.

Benzer çalışmalar incelendiğinde Ersan ve Topçuoğlu (2019)'nın yapmış olduğu badem sütü ilaveli probiyotik yoğurt çalışmasında %100 badem sütü ilaveli yoğurtlarda *Bifidobacterium lactis* sayılarında depolama boyunca artış gözlemlenmiştir. Bunun badem sütünün prebiyotik aktivitesi ile alakalı olduğu öngörülmüştür. İçindeki liflerin prebiyotik özellik göstermesinden dolayı stevia özü ile yapılan bir çalışmada stevia eklenen yoğurtlarda kontrol grubuna göre *B. animalis lactis* sayılarının daha fazla olduğu belirlenmiştir (Karakuş, 2013). Arpa ve yulaftan elde edilen β -glukanın yoğurt üretiminde kullanıldığı bir çalışmada her iki lif kaynağının *Bifidobacterium animalis* subsp *lactis* BB-12 canlılığını arttırdığı tespit edilmiştir (Özcan ve Kurtuldu., 2014). Keçi sütüyle yapılmış bir probiyotik yoğurt çalışmasında sistein ilavesinin özellikle *Bifidobacterium bifidum*'un canlılığını arttırdığı bildirilmiştir (Güler-Akın., 2007).

Farklı ballar ile yapılan bir yoğurt çalışmasında da bizim çalışmamızdakine benzer olarak 48 günlük depolama boyunca bal ilavesinin *Bifidobacterium* türlerinin canlılığını desteklediği bildirilmiştir (Shin ve ark., 2005).

5.4. Duyusal Analiz Sonuçlarının Değerlendirmesi

Farklı düzeylerde bal ilavesiyle üretilen kontrol ve probiyotik yoğurtların 21 günlük depolama boyunca yapılan duyusal analiz sonuçları aşağıda verilmiştir. Yapılan analizlerde bal ve probiyotik kültür ilavesinin yoğurtların duyusal analizleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmamızda, örneklerin renk değerleri depolama süresi boyunca dalgalı değişimler göstermiş ancak depolama sonunda tüm örneklerin 5 puanla değerlendirildiği belirlenmiştir.

Balkabağı ilavesiyle üretilen yoğurt örneklerinde edilen yoğurt örneklerinde depolama boyunca en yüksek renk puanlarını %1.5 balkabağı ilave edilen yoğurt örnekleri almıştır. Lif içeriği yüksek olan yoğurtlarda sinerezis değeri daha düşük

olduğu için renk ve görünüş açısından panelistlerden en yüksek puanı bu örnekler almıştır (Bakırcı, 2014). Çeşitli meyveler eklenerek yapılan bir çalışmada meyveli yoğurtların depolama boyunca kontrol grubundan daha fazla beğenildiği tespit edilmiştir (Ayar ve ark., 2005). Muhtemelen bu çalışmalarda ilave edilen katkının rengine bağlı olarak yoğurdun rengi değiştiği için örnekler yüksek puan almıştır. Bizim çalışmamızdaki sonuçlara bakıldığında ise bal ilavesinin yoğurt örneklerinin rengini kontrol grubu örneklerle göre çok fazla değiştirmedeği sonucuna varılabilir.

Görünüş açısından en iyi puanları alan grup %7 bal ilaveli yoğurt örnekleri ile kontrol grubu olmuştur.

Örneklerin koku değerleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında tüm depolama dönemlerinde genellikle daha düşük olduğu görülmektedir. Kontrol grubu örneğinde koku değerlerinin depolama bağlı olarak azaldığı dikkate alındığında, depolama sonunda tüm örneklerin koku değerlerinin ya kontrol grubu ile aynı ya da kontrol grubundan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre probiyotik kültür ve bal kullanımının yoğurdun koku özelliği üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

Ayar ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışma da çeşitli meyve ilaveleriyle üretilen yoğurtların duyuşal özellikleri test edilmiştir. Koku bakımından en yüksek değerleri Trabzon hurması ilave edilen yoğurt örnekleri alırken en düşük değeri kontrol grubu almıştır (Ayar ve ark., 2005).

Depolama başlangıcında genellikle tüm örneklerin kıvam değerlerinin kontrol grubu örneklerden daha düşük olduğu görülmektedir. Depolama başlangıcında en düşük değer *Bifidobacterium animalis* subsp *lactis* BB-12 ve %7 bal ilaveli örneklerden elde edilmiştir. Ancak depolamaya bağlı olarak örneklerin kıvam özelliğine verilen puanlar artmış ve depolama sonunda kontrol grubu örneğin değerlerine yaklaşmıştır.

Mercimek unu ilaveli yoğurt çalışmasında mercimek ununun yoğurdun yapı-kıvam puanını düşürdüğü bildirilmiştir. Aynı zamanda mercimek unu yoğurtların tadını da olumsuz etkilemiştir (Akın ve ark., 2019).

Çizelge 4.20 incelendiğinde depolama boyunca en düşük lezzet skorlarının *Bifidobacterium animalis* subsp *lactis* BB-12 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurtlardan elde edildiği görülmektedir. Kontrol grubu ve *Streptococcus thermophilus* kullanılarak üretilen yoğurtların lezzet değerlerinin ise depolama başlangıcında ve

depolama sonunda birbirine yakın olduğu görülmektedir. Çalışma sonucunda bal ilavesinin yoğurtların lezzet değerleri üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığı ancak *Bifidobacterium animalis* subsp *lactis* BB-12 kültürünün lezzeti bir miktar olumsuz etkileyebileceği söylenebilir. Tarçın ilaveli bir yoğurt çalışmasında lezzet açısından en yüksek değerler %1.5 tarçın içeren yoğurt örneklerinden elde edilmiştir. (Lutchmedia ve ark., 2004). Başka bir çalışmada propolis ilavesi ile üretilen yoğurtların lezzet değerlerinin kontrol grubu örneklerden daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Bilici, 2017). Bal kabağı lifi ilavesi ile üretilen yoğurt çalışmasında %1 bal kabağı ilavesinin lezzetinin kontrol grubu yoğurtlardan daha yüksek puan aldığı bildirilmiştir (Bakırcı, 2014).

Örneklerin genel beğeni düzeyleri incelendiğinde depolamanın her döneminde en yüksek değerler genellikle sadece yoğurt kültürü ile üretilen örneklerden elde edilmiştir. Bal ilavesinin genel beğeni düzeyini genellikle etkilemediği ancak probiyotik kültür kullanımının olumsuz yönde etkilediği söylenebilir.

Yapılan bir çalışmada bal ilaveli yoğurtlar üretilmiş ve bu yoğurtların kontrol grubundan daha yüksek genel beğeni düzeyine sahip olduğu bildirilmiştir (Dirican, 2017).

Fonksiyonel gıda pazarı son zamanların en popüler pazarı haline gelmiştir. Yoğurt bu gıdalar arasında hem kolay bulunabilen hem de herkes tarafından kabul gören fonksiyonelleştirilebilir bir üründür. İnsan sağlığı üzerinden birçok faydası bulunan probiyotik yoğurtlar prebiyotik ile zenginleştirilince bağırsak mikrobiyotası için daha faydalı bir hale gelmektedir. Bal içeriğinde bulunan oligosakkaritlerden kaynaklı prebiyotik aktivite gösteren bir gıdadır. Bal ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurtlar bağırsaklar için sağlıklı bir ürün haline gelebilir. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına bakıldığında bal ilavesi yoğurtlarda probiyotik bakterilerin canlılığını korumaktadır. Balın yoğurdun kalite özellikleri üzerinde de olumsuz bir etkisi görülmemiştir. Bu nedenle çam balı ilaveli yoğurt üretimi fonksiyonel gıda pazarı için faydalı olacaktır.



KAYNAKLAR

- Abd-El Fattah SM, Hassan ASY, Bayoum HM, Eissa HA. (2010). *The use of lemongrass extracts as antimicrobial and food additive potential in yoghurt*. J. Am. Sci, **6**: 582-594.
- Afzaal, M., Khan, A. U., Saeed, F., Ahmed, A., Ahmad, M. H., Maan, A. A., Hussain, S. (2019). *Functional exploration of free and encapsulated probiotic bacteria in yogurt and simulated gastrointestinal conditions*. Food science & nutrition, **7**(12): 3931-3940.
- Ajibola, A., Chamunorwa, J.P., Erlwanger, K.H., 2012. *Nutraceutical values of natural honey and its contribution to human health and wealth*. Nutrition & metabolism, **9**(1):1.
- Akan, E., & Kınık, Ö. (2015). *Gıda üretimi ve depolanması sırasında probiyotiklerin canlılıklarını etkileyen faktörler*. CBÜ Fen Bilimleri Dergisi, **11**(2): 155-166.
- Akın, M.S., Akın, M.B., Sunay, B., Bayırhan, M.R., Demir, S. ve Melikoğlu, E., 2019. *Dondurma Üretiminde Mercimek Ununun Süttozu Yerine Kullanılabilme Olanakları*. Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bitirme Tezi. Şanlıurfa. 44s.
- Akın M.S., Konar, A., 1999. *İnek ve keçi sütlerinden üretilen ve 15 gün süre ile depolanan meyveli/aromalı yoğurtların fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi üzerine karşılaştırmalı bir araştırma*. Tr. J. of Agriculture and Forestry (**23**) **3**: 557-565.
- Akın, N., 2006. *Modern Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi*. Damla Ofset, Konya, 3-116p.
- Akkaya, Ü., Beyaz, E. (2018). *Nörolojik Hastalıklar Ve Probiyotik-Prebiyotik Kullanımı*. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi-BÜSBİD, **3**(2).
- Alak, G. D. (2015). *Bal ve bal sirkesinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)*.
- Al-Sheraji, S. H., Ismail, A., Manap, M. Y., Mustafa, S., Yusof, R. M., Hassan, F. A. (2013). *Prebiotics as functional foods: A review*. Journal of Functional Foods, **5**(4): 1542-1553.
- Alvarez-Suarez, J. M., Tulipani, S., Romandini, S., Bertoli, E., Battino, M. (2010). *Contribution of honey in nutrition and human health: a review*. Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism, **3**(1): 15-23.
- Ammar, E. T. M., Ismail, M. M., Khalil, A. E. W. E., Eid, M. Z. (2015). *Impact of fortification with honey on some properties of bio-yoghurt*. The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, **4**(6): 503.
- Andersson, H., Asp, N. G., Bruce, Å., Roos, S., Wadström, T., Wold, A. E. (2001). *Health effects of probiotics and prebiotics a literature review on human studies*. Food & Nutrition Research, **45**: 58-75.

- Anonim 2012. Türk Gıda Kodeksi, Bal Tebliği (2012/58). Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- Anonim(2006). Probiotics. www.fda.gov, 07.10.2010
- Anonim, 2009. Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği. 16.02.2009 tarih ve 27143 sayılı Resmi Gazete Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara
- AOAC (1990): “**Official Methods of Analysis**”. 15 th ed. AOAC, Arlington,VA.
- AOAC 1995. **Official methods of analysis of AOAC International**, 16th Edition, AOAC International, Arlington, Virginia, USA.
- Arıcan, A. (2008). **İki Farklı Ph’da Üretilen Yoğurdun 4°C Sıcaklıkta Depolanması Esnasında Escherichia Coli 0157: H7’nin Canlı Kalma Durumunun Araştırılması**, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yüksek Lisans Tezi. Van.
- Aston, J. W., Giles, J. E., Durward, I. G., Dulley, J. R., 1985. **Effect of elevated ripening temperatures on proteolysis and flavour development in Cheddar Cheese**. J. Dairy Res., 52: 565-572.
- Atasoy, F.A., Türkoğlu, H., Özer, B.H. (2003). **Şanlıurfa İlinde Üretilen ve Satışa Sunulan Süt, Yoğurt ve Urfa Peynirlerinin Bazı Mikrobiyolojik Özellikleri**. HR. Ü.Z.F Dergisi, 7 (3-4):69-76.
- Ayar, A., Gurlin, E. (2014). **Production and sensory, textural, physico-chemical properties of flavored spreadable yogurt**. Life Science Journal, 11(4): 58– 65.
- Ayar, A., Sert, D., Kalyoncu, İ. H. (2005). **Farklı meyveler kullanılarak üretilen yoğurtların kimyasal, reolojik ve duyuşal özellikleri**. Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi, 2(8): 11-19.
- Baba, W.N., et al., **Techno-functional properties of yoghurts fortified with walnut and flaxseed oil emulsions in guar gum**.
- Bajalanlou, F., Pakbin, B. (2016). **Chemical properties and sensory evaluation of probiotic yoghurt manufactured with aqueous extract of aloe vera**. Journal of Biology and Today's World, 5(11): 197-202.
- Bakırcı, S. 2014. **Balkabağı Lifi Kullanımının Yarım Yağlı Yoğurdun Kalitesi ve Depolama Stabilitesi Üzerine Etkisi**. Yüksek Lisans Tezi, AÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Balcıoğlu, H. (2013). **Askorbik asit ve çilek ilavesinin probiyotik fermente süt içeceğinin bazı özellikleri üzerine etkileri**. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, Türkiye, 90s.
- Barkallah M., Dammak M., Louati I., Hentati F., Hadrich B., Mechichi T., Ayadi M.A., Belitz H.-D., Grosch W., **Milk and dairy products**. 1999, in: Food Chemistry (eds. M.M. Burghagen, D. Hadziyev, P. Hessel, S. Jordan, C. Sprinz). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, pp. 470–512.
- Bilici, C. (2017). **Lepidium meyenii tozu ve propolis ekstraktı ilave edilerek fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş yoğurt üretilmesi**.
- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., Gallmann, P. (2008). **Honey for nutrition and health: a review**. Journal of the American college of Nutrition, 27(6): 677-689.

- Bozova, B. (2014). **Yoğurt kuru madde standardizasyonunda doğal kefir tozu kullanımı üzerine araştırma**. Doctoral dissertation, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Büyüktortop, A. Ş., Yiğitarıslan, S. (2012). **Frukto-oligosakkarit Bileşenleri ile *Lactobacillus acidophilus*' un Etkileşiminin Değerlendirilmesi ve Karşılaştırılması**. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, **7(1)**: 15-22.
- Chick, H., Shin, H.S., Ustunol, Z. (2001). **Growth and acid production by lactic acid bacteria and bifidobacteria in skim milk containing honey**. J. Food Sci. **6**: 478-481.
- Coskun, F., Karabulut Dirican, L. (2019). **Effects of pine honey on the physicochemical, microbiological and sensory properties of probiotic yoghurt**. Food Science and Technology, **39**: 616-625.
- Coşkun, T. (2005). **Fonksiyonel Besinlerin Sağlığımız Üzerine Etkileri**. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi. **48**: 69-84.
- Coşkun, T., 2006. **Pro-, Pre- ve sinbiyotikler**. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi **49**: 128-14.
- Cummings. J.H. and Macfarlane. G.T. 1997. **Role of intestinal bacteria in nutrient metabolism**. Clinical Nut. **16**: 3-11
- Çakır, İ. Y. (2003). **Laktobasillus ve Bifidobakterlerde bazı probiyotik özelliklerin belirlenmesi** (Doctoral dissertation, ANKARA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ).
- Çakmakçı, S., Çetin, B., Turgut, T., Gürses, M., Erdoğan, A. (2010). **Probiotic properties, sensory qualities, and storage stability of probiotic banana yogurts**. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, **36(3)**: 231-237.,
- Çelik, M. (2002). **Batı Akdeniz Bölgesinde süt ve süt ürünleri sektörünün stratejik durum analizi ve gelişme olanakları**. Akdeniz İİBF Dergisi, **2(4)**: 43-83.
- Çelik, Ş., Durmaz, H., Şenocak, G. (2009). **Andız pekmezi içeren set tipi yoğurtların bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri**. Gıda, **34(4)**: 213-218.
- Çelik, Ş., Ünver, N., Betül, G. Ü. Ç., Ceylan, P. (2018). **Keçiboynuzu pekmezi ilave edilerek üretilen meyveli yoğurdun bazı özellikleri**. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, **22(2)**: 215-224.
- Çevik, G. (2013). **Peynir altı suyu tozu ve turunç ekstresi ilavesinin probiyotik yoğurtların bazı özelliklerine etkilerinin araştırılması/Investigation of the effects of addition of whey powder (Past) and bitter orange extract on the some properties of probiotic yogurt** (Doctoral dissertation).
- Çınar, B. (2016). **Probiyotik Yoğurt Üretiminde Ayva Tozu Kullanımının Ürünün Mikrobiyolojik ve Tekstürel Özelliklerine Etkisi**. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 95s.
- Çiftçi, M. (2018). **Konya Bölgesindeki Marketlerde Satılan Farklı Ticari Çiçek Ballarının Bazı Kimyasal Özelliklerinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine Uygunluğunun Araştırılması** (yüksek lisans tezi, basılmamış). Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Darwish, M. (2020). **Influence of Inulin and Pumpkin Powder Addition on Sensory and Rheological Properties of Low-Fat Probiotic Yogurt**. Food and Public Health, **10(4)**: 88-96.

- Demirci, M., Sağdıç, O., Çavuş, M., Pehlivanoglu, H., Yılmaz, M. T., Çağlar, M. (2017). *Prebiyotik oligosakkaritlerin kaynakları, üretimleri ve gıda uygulamaları*. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, **6(10)**: 20-31.
- Demirci, M., Şimşek, O., (1997). *Süt İşleme Teknolojisi*, Hasat Yayıncılık, İstanbul, 246s.
- Dirican, L. K. (2017). *Probiyotik yoğurdun fizyokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine çam balının etkisi* (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).
- Erbaş, M. (2006). *Yeni bir gıda grubu olarak fonksiyonel gıdalar. Türkiye*, **9**: 24-26.
- Ersan, L. Y., Topçuoğlu, E. (2019). *Badem Sütü ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik ve Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri*. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, **33(2)**: 321-339.
- Ertem, H. (2016). *Probiyotik Kültür ve Gobdin İlavesiyle Üretilen Yoğurtların Probiyotik Raf Ömrü ve Bazı Kalite Özelliklerinin Tespiti*. Atatürk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksel Lisans Tezi, Erzurum, 102s.
- Fenderya S, Akalın A.S. (2003). *Probiyotik yoğurtların bazı kimyasal özellikleri üzerine bir araştırma*. Ege Üniv Ziraat Fak Derg, 2003, **40**, 87-94
- Fendri I., Attia H., Abdelkafi S. (2017). *LWT - Food Science and Technology* **84**: 323-330.
- Fennema, O. R. (1996). *Water and ice*. In O. R. Fennema (Ed.), Food chemistry (3rd ed., pp. 17-94). New York: Marcel Dekker Inc.
- Gibson, G.R., Berry Ottaway, P., Rastrall, R.A. (2000). *Prebiotics: new developments in functional foods*. Chandos Publishing Limited, Oxford, United Kingdom.
- Göçer, E. M. Ç., Ergin, F., Küçükçetin, A. (2016). *Sindirim Sistemi Modellerinde Probiyotik Mikroorganizmaların Canlılığı*. Akademik Gıda, **14(2)**: 158-165.
- Gustaw, W., Kordowska-Wiater, M., Kozioł, J. (2011). *The influence of selected prebiotics on the growth of lactic acid bacteria for bio-yoghurt production*. Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria, **10(4)**.
- Gülbandılar, A., Okur M., Dönmez., M. (2017). *Fonksiyonel gıda olarak kullanılan probiyotikler ve özellikleri*. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, **10(1)**: 44-47.
- Güler-Akın, M. B., Goncu, B., Akın, M. S. (2018). *Some Properties of Bio-Yogurt Enriched with Cellulose Fiber*. Advances in Microbiology, **8(01)**: 54.
- Güler-Akın, M.B., Akın, M.S., (2007). *Effects of cysteine and different incubation temperatures on the microflora, chemical composition and sensory characteristics of bio-yogurt made from goat's milk*. Food Chemistry. **100(2)**: 788-793.
- Gürgen, Y., 2005. Yoğurt Üretimi ve Özellikleri. Çiftçi Broşürü (<http://www.cu.edu.tr/merkezler/tyhm>).
- Gürsoy A. 2015. Sütün bileşimi ve özellikleri. Available from: <https://www.foodelphi.com/sutun-bilesimi-ve-ozellikleriyayse-gursoy/> [28 April 2019].
- Gürsoy O, Kınık Ö.(2004). *Fonksiyonel Gıda İngrediyenti Olarak Probiyotikler ve Yasal Düzenlemeler İçin Japonya Modeli*. Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi **34**: 200-209.
- Hafif, O. (2019). *Farklı oranlarda kinoa (Chenopodium quinoa Willd.) unu ilavesinin probiyotik yoğurtların fizikokimyasal, tekstürel, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi/The effect of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) flour in different rates addition on the physicochemical, textural,*

- microbiological and sensory properties of probiotic yogurts** (Doctoral dissertation).
- Hamann W.T., Marth E.H. (1983). **Survival of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* in commercial and experimental yogurts**. J. Food Prot. **47(10)**: 781–786.
- Hashim, I. B., Khalil, A. H., Afifi, H. S. (2009). **Quality characteristics and consumer acceptance of yogurt fortified with date fiber**. Journal of dairy science, **92(11)**: 5403-5407.
- Hematyar, N., Samarin, A.M., Poorazarang, H., and Elhamirad, A.H., (2012). **Effect of gums on yogurt characteristics**. World Appl Sci J, **20**: 661-665
- Huebner, J., Wehling, R. L., Parkhurst, A., Hutkins, R. W. (2008). **Effect of processing conditions on the prebiotic activity of commercial prebiotics**. International Dairy Journal, **18**: 287-293.
- In Abby Thompson, Mike Boland, Harjinder Singh, **Milk proteins**. Academic Press. pp. 325-384. 2020.
- Irene González-Rodríguez, Paula Gaspar, Borja Sánchez, Miguel Gueimonde, Abelardo Margolles, Ana Rute Neves, **Catabolism of Glucose and Lactose in *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis***, Studied by ¹³C Nuclear Magnetic Resonance Appl Environ Microbiol. 2013 Dec; **79(24)**: 7628–7638.
- İlyasov, RA., Gaifullina, LR., Saltykova, ES., Poskryakov, AV., Nikolenko, AG. 2012. **Review of The expression of antimicrobial peptide defensin in honey bees *Apis mellifera* L.** J Apic Sci. **56(1)**: 115-123. doi: <https://doi.org/10.2478/v10289-012-0013-y>
- Kahraman, M., Karahan, A. G. (2018). **Probiyotiklerin tümör baskılayıcı etkileri**. Turkish Bulletin of Hygiene & Experimental Biology/Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji, **75(4)**.
- Kailasapathy, K., Harmstorf, I., Phillips, M. (2008). **Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* in stirred fruit yogurts**. LWT-Food Science and Technology, **41(7)**: 1317-1322.
- Kaptan, H. 2000. ***Bifidobakteriler: Karakteristik Özellikleri, İnsan Sağlığındaki Roller ve Süt Ürünlerindeki Potansiyel Kullanımları***. Gıda **25 (6)**: 459-465.
- Karadal, F., Yıldırım, Y. (2012). **Balın kalite nitelikleri, beslenme ve sağlık açısından önemi**. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, **9(3)**.
- Karakuş, M. Ş. (2013). **Prebiyotik lif içeren stevia özü ilavesinin çilek aromalı *acidophilus-bifidus* yoğurtlarının bazı kalite özellikleri üzerine etkileri/Contains prebiotic fiber effect on some quality characteristics strawberry flavored of *acidophilus-bifidus* yoghurts to the addition of stevia** (Doctoral dissertation).
- Kaya, M. (2015). **Sinbiyotik Yoğurt Üretimi ve Reolojik, Fonksiyonel ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi** (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul).
- Keogh, M. K., O’Kennedy, B. T., (1998). **Rheology of stirred yoghurt as affected by added milk fat, protein and hydrocolloids**. Journal of Food Science, **63**: 108- 112.
- Kızılaslan, N., Solak, İ. (2016). **Yoğurt ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri**. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, **(12)**: 52-59.
- Koçak, Y., Fındık, A., Çiftçi, A. (2016). **Probiyotikler: Genel Özellikleri ve Güvenilirlikleri**. Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi, **27(2)**: 118-122.
- Kosikowski, F., 1982. **Cheese and fermented milk foods**. Second Edition. By F.V. Kosikowski and Ass. P.O. Box. 139. Brooktondale, New York, 711 sayfa.

- Laudadio V, Lorusso V, Lastella NMB, Dhama K, Karthik K, Tiwari R, Alam GM, Tufarelli V. 2015. **Enhancement of nutraceutical value of table eggs through poultry feeding strategies**. International
- Lourens-Hattingh, A., Viljoen, B. C. (2001). **Yogurt as probiotic carrier food**. International dairy journal, **11(1-2)**: 1-17.
- Lutchmedial, M., Ramlal, R., Badrie, N., Chang-Yen, I. (2004). **Nutritional and sensory quality of stirred soursop (*Annona muricata* L.) yoghurt**. International journal of food sciences and nutrition, **55(5)**: 407-414.
- LWT, 2018. 92: p. 242-249.
- Machado, T. A. D. G., de Oliveira, M. E. G., Campos, M. I. F., de Assis, P. O. A., de Souza, E. L., Madruga, M. S., do Egypto, R. D. C. R. (2017). **Impact of honey on quality characteristics of goat yogurt containing probiotic *Lactobacillus acidophilus***. Lwt, **80**, 221-229.
- Mahmoudi, R., Bajalanlou, F., Pakbin, B. (2016). **Chemical properties and sensory evaluation of probiotic yoghurt manufactured with aqueous extract of aloe vera**. Journal of Biology and Today's World, **5(11)**: 197-202.
- Marinaki, E., Kandylis, P., Dimitrellou, D., Zakynthinos, G., Varzakas, T. (2016). **Probiotic yogurt production with *Lactobacillus casei* and prebiotics**. Current Research in Nutrition and Food Science Journal, 4(Special Issue Nutrition in Conference October 2016), 48-53.-508.
- McGregor, J.V., White, H.C. 1987. **Effect of sweeteners on major volatile compounds and flavor of yoghurt**. Journal of Dairy Science **70 (9)**: 1828-1834.
- Hut, M., Ayar, A. (2013). **Fonksiyonel özelliklere sahip probiyotik incir uyutması tatlısı üretimi**. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, **17(1)**: 147-153.
- Metin, M., 2001. **Süt Teknolojisi-Sütün Bileşimi ve İşlenmesi**. 1. Bölüm, 4. Baskı, Ege Üniv. Müh. Fak. Yay., No: 33, Bornova, İzmir. 801 s.
- Metry, W. A., Owayss, A. A. (2009). **Influence of incorporating honey and royal jelly on the quality of yoghurt during storage**. Egypt. J. Food Sci, **37**: 115-131.
- Mohan, A., Quek, S. Y., Gutierrez-Maddox, N., Gao, Y., Shu, Q. (2017). **Effect of honey in improving the gut microbial balance**. Food Quality and Safety, **1(2)**: 107-115.
- Mudgila, P.; Jumaha, B.; Ahmad, M.; Hamed, F.; Maqsood, S. **Rheological, micro-structural and sensorial properties of camel milk yogurt as influenced by gelatin**. LWT-Food Sci. Technol. 2018, **98**: 646–653. [CrossRef]
- Mutlu, C. (2016). **Balın Biyoaktif Bileşenlerinin Korunarak Kurutulması ve Üretilen Bal Tozlarından Soğuk İçecek Karışımı Hazırlama İmkanlarının Araştırılması** (yüksek lisans tezi, basılmamış). Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Mutlu, C., Erbaş, M., & Tontul, S. A. (2017). **Bal ve diğer arı ürünlerinin bazı özellikleri ve insan sağlığı üzerine etkileri**. Akademik Gıda, **15(1)**: 75-83.
- Obi, T. E., Akpoka, A. O. **Viability of *Lactobacillus acidophilus* and syneresis of probiotic yoghurt produced from reconstituted skim and whole milk powder during 35 days refrigerated storage at 4±2°C**. New Developments in Functional Foods. Chandos Publishing Limited, Oxford.
- Okur, Ö. D., Dayıoğlu, F. N., Duman, M., Köten, P. (2019). **Çörek Otu Balı Kullanımı İle Fonksiyonel Set Tipi Yoğurt Üretimi**. Gıda, **44(1)**: 104-117.
- Okur, Ö.D., Artan, E., Soyyiğit, H., Seydim, Z.G., (2008). **Fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş yoğurt üretimi**. Gıda, **33 (2)**: 57-67.

- Özcan T. (2012) *Fonksiyonel süt ürünleri ve sağlıklı yaşam*. Tarım Türk Dergisi, **38**:156-160.
- Özcan, T., Kurtuldu, O. (2014). *Influence of dietary fiber addition on the properties of probiotic yogurt*. International Journal of Chemical Engineering and Applications, **5**(5): 397.
- Özcan, T., Yıldız, E. (2016). *Sebze püresi ile üretilen yoğurtların tekstürel ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi*. Türk Tarım-Gıda Bilim Ve Teknoloji Dergisi, **4**(7): 579-587.
- Özdemir, Ü. (2004). *Üretim Parametrelerinin Ayrarın Yapısal Özelliklerine Etkileri* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Öztürk, S. ve Akyüz, N., (1995). *Meyveli yoğurt üretimi üzerine bir araştırma*. Milli Prodüktivite yayınları, **548**: 111-121.
- Özyurt, V. H., Ötleş, S. (2014). *Prebiyotikler: metabolizma için önemli bir gıda bileşeni*. Akademik Gıda, **12**(1): 115-123.
- Pancar E., 2013. *Yoğurt Üretiminde Balık Jelatininin Stabilizör Madde Olarak Kullanılması*. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yüksek Lisans Tezi. Van.
- Pang, Z.; Deeth, H., Bansal, N. *Effect of polysaccharides with different ionic charge on the rheological, microstructural and textural properties of acid milk gels*. Food Res. Int. (2015), **72**: 62–73.
- Parnell-Clunies, E., Kakuda, Y. and Deman, J. M., (1988). *Gelatin profiles of yoghurt as affected by heat treatment of milk*. Dairy Science, **71**: 582-588.
- Pieter Walstra, P. (1996). *Dispersed Systems: Basic Considerations*. In O. R. Fennema (Ed.), Food chemistry (3rd ed., pp. 95-157). New York: Marcel Dekker Inc.
- Rao VA., 2001. *The prebiotic properties of oligofructose at low intake levels*. Nutr. Res., **21**: 843-848.
- Rashid, A., Thakur, E. S. (2012). *Studies on quality parameters of set yoghurt prepared by the addition of honey*. International Journal of Scientific and Research Publications, **2**(9): 1-10.
- Saldamlı, İ. (2007). Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları.
- Salminen, S. Deighton, M.A., Benno, Y. and Gorbach, S.L. (1998). *Lactic acid bacteria in health and disease*. In: Salminen S., von Wright, A. eds. Lactic acid bacteria: microbiology and functional aspects. 2nd ed. New York: Marcel Dekker Inc. pp. 211-254.
- Sarwar, A., Aziz, T., Al-Dalali, S., Zhao, X., Zhang, J., Chen, C., Yang, Z. (2019). *Physicochemical and microbiological properties of Synbiotic yogurt made with probiotic yeast Saccharomyces boulardii in combination with Inulin*. Foods, **8**(10): 468.
- Seçkin, A. K., Baladura, E. (2011). *Süt Ve Süt Ürünlerinin Fonksiyonel Özellikleri-Functional Properties Of Milk And Dairy Products*. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, **7**(1): 27-38.
- Sert D, Akın N, Dertli E (2011). *Effect of sunflower honey on the physicochemical, microbiological and sensory characteristics in set type yoghurt during refrigerated storage*, International Journal of Dairy Technology.
- Sezen, A. G. (2013). *Prebiyotik, probiyotik ve sinbiyotiklerin insan ve hayvan sağlığı üzerine etkileri*. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, **8**(3): 248-258

- Shah A, Gani A, Ahmad M, Ashwar BA, Masoodi FA. 2016. *B-Glucan as an encapsulating agent: Effect on probiotic survival in simulated gastrointestinal tract*. Int J Biol Macromol., **82**: 217-222.
- Shamala, T. R., Shri Jyothi, Y., Saibaba, P. (2000). *Stimulatory effect of honey on multiplication of lactic acid bacteria under in vitro and in vivo conditions*. Letters in applied microbiology, **30**: 453-455.
- Shin, H. S., Ustunol, Z. (2005). *Carbohydrate composition of honey from different floral sources and their influence on growth of selected intestinal bacteria: An in vitro comparison*. Food Research International, **38**: 721-728.
- Spilioti, E., Jaakkola, M., Tolonen, T., Lipponen, M., Virtanen, V., Chinou, I., Kassi, E., Karabournioti, S., Moutsatsou, P. (2014). *Phenolic acid composition, antiatherogenic and anticancer potential of honeys derived from various regions in Greece*. PloS One **9**:e 94860.
- Stowell J (2007) Chapter 4. *Calorie control and weight management*. In: Mitchell H (ed) *Sweeteners and sugar alternatives in food technology*. Blackwell Publishing Ltd. doi:10.1002/9780470996003.ch4
- Şener A, Temiz A, Toğay SÖ, Bağcı U (2008). *Çeşitli prebiyotiklerin Bifidobacterium animalis subsp. lactis Bb-12'nin gelişimi ve asitlik geliştirme özelliği üzerine in vitro etkileri*. Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Türkiye 10. Gıda Kongresi, sh: 889-892, Erzurum.
- Tosun, F. (2007). *Salebin yoğurdun depolama stabilitesi üzerine etkisi* (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Tülay, E. L. A. L. *Probiyotik Olarak Bifidobakteriler*.
- Ustunol, Z., H. Gandhi. (2001). *Growth and viability of commercial Bifidobacterium spp. in honey-sweetened skim milk*. J. Food Prot. **64**:1775–1779.
- Uzuner, A. E. (2012). *Probiyotik Yoğurt Üretiminde Pirinç Sütü Kullanımı*. Ege Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 75s.
- 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.
- Varga L (2006). *Effect of Acacia(Robinia pseudo-acacia L.) Honey on the Characteristic Microflora of Yogurt Refrigerated Storage*, International Journal of Food Microbiology **108**: 272-275.
- Yaygın, H. (1996). *Kısrak Sütü ve Özellikleri*. Süt Teknolojisi. **1** (2): 30-34.
- Yörük, G., Güner, A. (2011). *Laktik asit bakterilerinin sınıflandırılması ve Weissella türlerinin gıda mikrobiyolojisinde önemi*. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, **6**: 163-176.
- Yurdakök, M. (2015). *Yoğurdun öyküsü: Probiyotiklerin tarihi*. Güneş Tıp Kitabevleri.

ÖZ GEÇMİŞ

İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Sağlık bilimleri fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümünden 2017 yılında mezun oldu. 2017 Güz döneminde Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Süt Teknolojisi alanında yüksek lisans öğrenimine başladı. 2018 Aralık ayında Form Diyet Van'da diyetisyen olarak işe başladı. Şu anda şahsına ait klinikte diyetisyenlik yapmaktadır.



T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih:/...../20.....

Tez Başlığı / Konusu:

Çam Balının Probiyotik Bakteri Canlılığı Ve Probiyotik Yoğurtların Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 82 sayfalık kısmına ilişkin, 11/08/2021 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 19 (On Dokuz) dır.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Rozelin Münevver AYAZ

Öğrenci No:17910001215

Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği

Programı:

Statüsü: Y. Lisans ☒ Doktora ☐

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR

Prof. Dr. Seval ANDIÇ