



OBEZİTEYE KARŞI ETKİLİ
YEŞİL ÇAY VE *Lactobacillus gasseri* İÇEREN
PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİ

EYŞAN ÇAKIR

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Fatma COŞKUN
2022

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



OBEZİTEYE KARŞI ETKİLİ YEŞİL ÇAY VE *Lactobacillus gasseri* İÇEREN
PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİ

EYŞAN ÇAKIR

ORCID: 0000-0002-9879-021X

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Fatma COŞKUN

HAZİRAN-2022

Her hakkı saklıdır.

ÖZET

OBEZİTEYE KARŞI ETKİLİ YEŞİL ÇAY VE *Lactobacillus gasseri* İÇEREN PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİ

Eyşan ÇAKIR

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Fatma COŞKUN

Bu çalışmada 1/1 oranında *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus gasseri* kültürleri kullanılarak ve %2, %3 ve %4 oranlarda yeşil çay ilave edilerek obeziteye karşı etkili bir probiyotik yoğurt üretimi gerçekleştirilmek amaçlanmıştır. Yoğurt üretiminde pastörize inek sütü kullanılmıştır. Yoğurt örnekleri 4 °C'de 21 gün depolanmıştır. Fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve reolojik analizler depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde, diğerleri ise depolamanın 1. gününde yapılmıştır. Yoğurt örneklerinin pH (4,34-4,76), titrasyon asitliği (%1-%1,24), kuru madde (%17,84-%20,70), serum ayrılması (%20,80-%28) ve su tutma kapasitesi (%49,8-%56,9) değerleri bakımından depolama günleri arasındaki fark ve tüm depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Renk analizi sonucuna göre, L* (89,21-92,51), a*(-0,85-(-0,38)), b* (12,79-15,09) değerleri bakımından yoğurt örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Yoğurt örneklerinde yeşil çay miktarı arttıkça fenolik madde içeriğinde de artış gözlemlenmiştir. Mikrobiyolojik analizler sonucunda, %2 yeşil çay içeren örnekteki *Lactobacillus gasseri* sayılarının, depolama süresince bir gıdanın probiyotik kabul edilmesi için belirlenen alt sınırın (10^6 kob/g) üzerinde ($1,53 \times 10^6$ - $9,47 \times 10^6$ kob/g) olduğu belirlenmiştir. %3 yeşil çay içeren probiyotik yoğurt örneğinin en iyi reolojik özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresince probiyotik olma özelliğini koruyabilen bir ürün elde etmek için yoğurt sütüne ilave edilen *L. gasseri* oranının arttırılması, kabul edilebilir bir tat ve aroma için kullanılabilir yeşil çay oranının %2 ve altında olması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Obezite, *Lactobacillus gasseri*, Yeşil Çay, Probiyotik Yoğurt

ABSTRACT

PRODUCTION OF PROBIOTIC YOGURT CONTAINING GREEN TEA AND *Lactobacillus gasseri*, EFFECTIVE AGAINST OBESITY

Eyşan ÇAKIR

Department of Food Engineering

MSc. Thesis

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Fatma COŞKUN

In this study, it was aimed to realize an effective probiotic yogurt production against obesity was carried out by using 1/1 ratio of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus gasseri* cultures and adding %2, %3 and %4 green tea. Pasteurized cow's milk was used in the production of yogurt. Yogurt samples were stored at 4 °C for 21 days. Physicochemical, microbiological and rheological analyzes were performed on the 1st, 7th, 14th and 21st days of storage, and the others were performed on the 1st day of storage. The difference between the storage days and the difference between the yogurt samples on all storage days in terms of pH (4,34-4,76), titratable acidity (%1-%1,24), dry matter (%17,84-%20,70), serum separation (%20,80-%28) and water holding capacity (%49,8-%56,9) values of the yogurt samples were statistically significant ($p < 0,05$). According to the result of the color analyses, the difference between the yogurt samples in terms of L* (89,21-92,51), a*(-0,85-(-0,38)), b* (12,79-15,09) values was found to be statistically significant ($p < 0,05$). As the amount of green tea increased in yogurt samples, an increase in the content of phenolic substances was also observed. As a result of microbiological analyses, it was determined the numbers of *Lactobacillus gasseri* in the sample containing %2 green tea were above the lower limit (10^6 cfu/g) determined for the acceptance of a food as probiotic during storage ($1,53 \times 10^6$ - $9,47 \times 10^6$ cfu/g). It was determined that the probiotic yogurt sample containing %3 green tea has the best rheological properties. In order to obtain a product that can retain its probiotic feature during storage, it was concluded that the rate of *L. gasseri* added to yogurt milk should be increased and the rate of green tea that can be used for an acceptable taste and aroma should be %2 or less.

Keywords: Obesity, *Lactobacillus gasseri*, Green Tea, Probiotic Yogurt

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER DİZİNİ	vii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
TEŞEKKÜR.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. Obezite	4
2.1.1. Obezitenin Belirlenmesi.....	4
2.1.2. Fazla kilo ve Obezitenin Temel Nedeni.....	5
2.1.3. Obezite ve Bağırsak Mikrobiyotası.....	5
2.1.4. Obezite ile ilişkili hastalıklar	6
2.1.5. Obezitenin tedavisi.....	7
2.2. Probiyotikler	8
2.2.1. Probiyotik Bakteriler	9
2.2.2. Probiyotik Mikroorganizmalarda Aranılan Özellikler.....	11
2.2.3. Probiyotiklerin Sağlık Üzerine Etkileri	12
2.3. Probiyotik Yoğurt	15
2.4. Bu Çalışmada Probiyotik Yoğurt Üretiminde Kullanılan Mikroorganizmalar	16
2.5. Yeşil Çay.....	17
2.6. <i>Lactobacillus gasseri</i> ve Yeşil Çayın Kullanıldığı Diğer Çalışmalar.....	19
3. MATERYAL VE METOT	23
3.1. Materyal	23
3.2. Metot	24
3.2.1. Yoğurt Üretimi	24
3.2.2. Probiyotik Yoğurt Örneklerine Uygulanan Analizler	27
3.2.2.1. Fizikokimyasal Analizler	27
3.2.2.1.1. pH Tayini	27
3.2.2.1.2. Titrasyon Asitliği Tayini	27

3.2.2.1.3. Kuru Madde Tayini.....	27
3.2.2.1.4. Serum Ayrılması Tayini	28
3.2.2.1.5. Su Tutma Kapasitesi Tayini	28
3.2.2.1.6. Renk Analizi	28
3.2.2.1.7. Toplam Fenolik Madde Tayini	29
3.2.2.2. Mikrobiyolojik Analizler.....	29
3.2.2.2.1. <i>Lactobacillus gasseri</i> Sayımı	29
3.2.2.2.2. <i>Streptococcus thermophilus</i> Sayımı	29
3.2.2.3. Reolojik Analizler	30
3.2.2.4. Duyusal Analizler	31
3.2.2.5. İstatistiksel Analizler	33
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	34
4.1. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Fizikokimyasal Analiz Sonuçları	34
4.1.1. Fermantasyon ve Depolama Süresince pH Değişimi.....	34
4.1.2. Titrasyon Asitliği	41
4.1.3. Kuru Madde	44
4.1.4. Serum Ayrılması	47
4.1.5. Su Tutma Kapasitesi Tayini	50
4.1.6. Renk Analizi.....	52
4.1.7. Toplam Fenolik Madde Tayini	55
4.2. Mikrobiyolojik Analizler	60
4.2.1. <i>Lactobacillus gasseri</i> Sayısı.....	60
4.2.2. <i>Streptococcus thermophilus</i> Sayısı	63
4.3. Reolojik Özellikler.....	66
4.3.1. Akış İndeksi (n) Değerlerinin Karşılaştırılması	69
4.3.2. Kıvam İndeksi (K) Değerlerinin Karşılaştırılması.....	70
4.3.3. Kayma Hızı ve Kayma Gerilimi İlişkisi.....	71
4.3.4. Viskozite	73
4.4. Duyusal Analiz	76
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	81
KAYNAKLAR.....	84
ÖZGEÇMİŞ	94

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmalar	10
Çizelge 2.2. Bazı probiyotiklerin klinik çalışmalarla belirlenen sağlık üzerine etkileri	14
Çizelge 3.1. Yoğurt üretiminde kullanılan sütün enerji ve besin öğeleri	23
Çizelge 3.2. Yoğurt üretiminde kullanılan yağsız süt tozunun besin değerleri.....	24
Çizelge 3.3. Duyusal değerlendirme formu.....	32
Çizelge 4.1. Yoğurt örneklerinin fermantasyon süresince pH değerleri	35
Çizelge 4.2. Yoğurt örneklerinin depolama süresince pH değerleri.....	37
Çizelge 4.3. Yoğurt örneklerinin depolama süresince titrasyon asitliği değerleri (% laktik asit)	41
Çizelge 4.4. Yoğurt örneklerinin depolama süresince kuru madde değerleri (%)	45
Çizelge 4.5. Yoğurt örneklerinin depolama süresince serum ayrılması değerleri (%).....	47
Çizelge 4.6. Yoğurt örneklerinin depolama süresince su tutma kapasitesi değerleri (%)	50
Çizelge 4.7. Yoğurt örneklerinin renk analiz değerleri	53
Çizelge 4.8. Yoğurt örneklerinin depolama süresince toplam fenolik madde değerleri (mg gallik asit/kg).....	56
Çizelge 4.9. Yoğurt örneklerinin depolama süresince <i>Lactobacillus gasseri</i> sayıları (log kob/g).....	61
Çizelge 4.10. Yoğurt örneklerinin depolama süresince <i>Streptococcus thermophilus</i> sayıları (log kob/g)	63
Çizelge 4.11. Farklı oranlarda yeşil çay ilave edilmiş probiyotik yoğurt örneklerinin kıvam katsayısı (K), akış davranış indeksi (n) ve R ² değerleri	67
Çizelge 4.12. Yoğurt örneklerinin depolama süresince viskozite değerleri (Pa.s).....	73
Çizelge 4.13. Yoğurt örneklerinin duyusal analiz sonuçları	77

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Yeşil çay ekstraktında bulunan başlıca kateşinlerin yapısı	18
Şekil 3.1. Yeşil çaylı probiyotik yoğurtların üretimine ait akış şeması.....	26
Şekil 4.1. Yoğurt örneklerinin fermantasyon sürecinde pH değişimi	35
Şekil 4.2. Yoğurt örneklerinin depolama süresince pH değişimi	38
Şekil 4.3. Yoğurt örneklerinin depolama süresince titrasyon asitliği değişimi (% laktik asit)	42
Şekil 4.4. Yoğurt örneklerinin depolama süresince kuru madde değişimi (%).....	46
Şekil 4.5. Yoğurt örneklerinin depolama süresince serum ayrılması değerlerindeki değişim (%)	48
Şekil 4.6. Yoğurt örneklerinin depolama süresince su tutma kapasitesi değişimi (%)	51
Şekil 4.7. Yoğurt örneklerinin renk analiz değerleri	54
Şekil 4.8. Yoğurt örneklerinin depolama süresince toplam fenolik madde değişimi (mg gallik asit/kg)	57
Şekil 4.9. Yoğurt örneklerinin depolama süresince <i>Lactobacillus gasseri</i> sayısı	62
Şekil 4.10. Yoğurt örneklerinin depolama süresince <i>Streptococcus thermophilus</i> sayısı	64
Şekil 4.11. Yoğurt örneklerinin depolama süresince G' (Pa) (depolama (elastik) modülü) / Açısal frekans (rad/s) grafiği	68
Şekil 4.12. Yoğurt örneklerinin depolama süresince G'' (Pa) (kayıp (viskoz) modül) / Açısal frekans (rad/s) grafiği	69
Şekil 4.13. Yoğurt örneklerinin depolama süresince kayma gerilmesi (Pa) / kayma hızı (1/s) grafiği	72
Şekil 4.14. Yoğurt örneklerinin depolama süresince viskozite değerleri değişimi (Pa.s).....	74
Şekil 4.15. Yoğurt örneklerinin duyuusal analiz sonuçları	78

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
ml	Mililitre
mg	Miligram
nm	Nanometre
g	Gram
kg	Kilogram
log	Logaritma
kob/g	Koloni oluşturan birim / gram
Pa.s	Pascal-saniye
µl	Mikrolitre
µm	Mikrometre
m ²	Metrekare
rad/s	Radyan / saniye
kj/kcal	Kilojoule / kilokalori
°C	Santigrat Derece
pH	Power of Hydrogen
N	Normalite
NaOH	Sodyum Hidroksit
NaCl	Sodyum Klorür

KISALTMALAR DİZİNİ

FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
WHO	World Health Organization
BKİ	Beden Kitle İndeksi
GRAS	Generally Recognized as Safe
LPS	Lipopolisakkarid
EC	Epikateşinler
EGC	Epigallokateşin
ECG	Epikateşin-3-gallat
EGCG	Epigallokateşin-3-gallat
GC	Gallokateşin
LAB	Laktik Asit Bakterileri
DVS	Direct Vat Set
WHC	Water Holding Capacity
TSE	Türk Standartları Enstütüsü
MRS	De Man, Rogosa ve Sharpe

TEŞEKKÜR

Bu tez çalıŐmasının planlanmasında, yürütülmesinde, araştırılmasında bütün bilgi ve deneyimi ile bana yol gösteren, yardımcı olan, her zaman yanımda olduğunu ve desteğini hep hissettiğim saygıdeğer danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Fatma COŞKUN'a çok teşekkür ederim. Laboratuvar alıŐmaları sırasında desteğini esirgemeyen bilgi ve deneyimi ile bana yardımcı olan saygıdeğer hocam ArŐ. Gör. Dr. Deniz Damla ALTAN KAMER'e, bilgi ve destekleriyle yardımcı olan saygıdeğer hocam ArŐ. Gör. Dr. Didem SÖZERİ ATİK'e teşekkür ederim. Laboratuvar çalıŐmalarımnda bana yardımcı olan Gıda Yüksek Mühendisi Özgür KARADAŐ, Gıda Yüksek Mühendisi Kadriye ŐEN ve Gıda Yüksek Mühendisi Esra BÖLÜK'e teşekkür ederim. Beni bu günlere getiren her zaman yanımda olan, bana inanıp güvenen, maddi ve manevi desteklerini hep hissettiğim canım aileme sonsuz teşekkür ederim. Yüksek lisans boyunca bana inanan, güvenen ve manevi olarak destek olan arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Eyşan ÇAKIR

Gıda Mühendisi

1. GİRİŞ

Obezite, alınan enerjinin harcanan enerjiden daha fazla olduğu durumlarda vücutta normalden fazla miktarda yağ birikmesi olarak tanımlanmaktadır (İpar, 2012). Günlük tüketim miktarından daha fazla tüketilen gıdalar sonucu alınan kaloriler, içeriğinde yüksek miktarda şeker, yağ ve tuz bulunan besinlerin yaygın olarak tüketilmesi ve insanların fiziksel aktivitesinin azalması obezitenin ülkemizde ve dünyada sağlık sorunu olmasının en önemli nedenleridir (Gökbunar, Doğan ve Utkuseven, 2015; Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği [TEMED], 2019). Obezitenin tedavisinde fiziksel aktivite ve beslenme önemli bir faktördür. Obeziteye karşı etkili gıda ürünleri üretimi günümüzde önemli bir konu haline gelmiştir.

Yüksek besin içeriği ve sağlığa olumlu etkisinden dolayı yaygın olarak tüketilen bir süt ürünü olan yoğurt, fonksiyonel bir gıda olarak değerlendirilmektedir (Amirdivani ve Baba, 2013; Dönmez, Mogol ve Gökmen, 2017; Kızılaslan ve Solak, 2016). Yoğurt insan beslenmesinde önemli bir gıda ürünüdür. Ayrıca yoğurdun pH değerinin düşük olmasından dolayı patojen mikroorganizmaların bu ürün içinde canlılıklarını uzun süre koruyamadıkları ve bu gıda ürünü buzdolabı şartlarında uzun süre bozulmadan muhafaza edilebildiği için yaygın olarak tercih edilmektedir. İnsan sağlığı üzerine olumlu etkileri olan yoğurdun kilo yönetiminde etkili olduğu yapılan çalışmalarla desteklenmiştir (Kızılaslan ve Solak, 2016).

Yoğurt gibi fermente süt ürünleri, probiyotiklerin sağlığa faydalı etkilerinden yararlanmak için yaygın olarak üretilen gıda ürünleridir (Balatı, 2015; Najgebauer-Lejko, 2014). Yoğurt, besleyici özellikleri nedeniyle sağlıklı bir gıda olarak tüketilmekte ve sağlığa faydalı etkileri, laktik asit bakterilerinin probiyotik suşları eklenmesiyle daha da artırılmaktadır (Muniandy, Shori ve Baba, 2016). Süt içerisine probiyotik özellik gösteren bakterilerin eklenmesiyle probiyotik yoğurtlar üretilmektedir (Çayır, 2007).

Yoğurt üretiminde kullanılan *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un bağırsak yolundan geçerken hayatta kalma yeteneğinden yoksun oldukları ve insan bağırsağını kolonize edemedikleri için probiyotik olarak tek başlarına kullanılmadıkları belirtilmektedir (Fazilah, Ariff, Khayat, Rios-Solis ve Halim, 2018; Kaya, 2015). Bundan dolayı bu ürünlere probiyotik etki sağlamak için yoğurt fermantasyonu sırasında starter kültür bakterileriyle birlikte probiyotik bakteriler eklenmelidir (Fazilah vd., 2018).

Prebiyotikler, kolondaki bir veya sınırlı sayıda bakterinin büyümesini ve/veya aktivitesini seçici olarak uyararak konakçıya faydalı bir şekilde etkileyen böylece konakçının sağlığını iyileştiren sindirilemeyen gıda bileşenleri olarak tanımlanmaktadır (Fazilah vd., 2018). Yapılan bazı çalışmalarla prebiyotik ve probiyotik kullanımının bağırsak florasını değiştirdiği ve kilo kaybını sağladığı gözlemlenmiştir. Obezite sorununun tedavisinde ve önlenmesinde prebiyotik, probiyotiklerin ve kombinasyonlarının kullanılabilceği çalışmalar sonucunda belirlenmiş ve bu konuyla ilgili daha fazla çalışma yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır (Arslan, 2014).

Probiyotik kelimesi, Yunancada "yaşam için" anlamına gelen "pro bios" kökeninden (pro: için, bios: yaşam) gelmektedir (Zeren, 2015). FAO ve WHO probiyotikleri "yeterli miktarlarda uygulandığında konakçıya sağlık yararı sağlayan canlı mikroorganizmalar" olarak tanımlamıştır (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2016).

Probiyotik bakteriler insan sağlığına olumlu etkileri olan ve birçok gıda ürününün üretiminde yaygın olarak kullanılan mikroorganizmalardır (Şentürk, Canberi, Aktop ve Şanlıbaba, 2020). Probiyotik olarak kullanılacak mikroorganizma GRAS (genellikle güvenilir kabul edilen) listesinde yer almalıdır. Ticari olarak *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* bakteri türleri probiyotik ürün üretiminde kullanılmaktadır (Akan ve Kınık, 2015).

Yapılan çalışmalarla probiyotik kabul edilen *Lactobacillus gasseri* tüketiminin vücut ağırlığı, BKİ, bel ve kalça çevreleri ve vücut kütlelerinde azalmayı sağladığı için obeziteye karşı etkili olduğu belirlenmiştir (Kadooka vd., 2010). Bu sağlığa yararlı etkilerinden dolayı *Lactobacillus gasseri* çeşitli fermente gıda ürünleri ve diyet takviyelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Arakawa vd., 2015).

Çeşitli doğal ürünler, obezite ve ilgili hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Zang vd., 2021). Epidemiyolojik kanıtlar ve birkaç randomize kontrollü müdahale çalışması, çay tüketimi (ağırlıklı olarak yeşil çay) ile vücut yağ düzeyleri ve bel çevresi arasında ters bir ilişki olduğunu göstermektedir (Rains, Agarwal ve Maki, 2011). Yeşil çayın anti-obezite etkisi, kafein ve kateşinler, (-) -epigallokateşin-3-gallat içerikleri ile ilişkilidir (Cho vd., 2020). Ayrıca, laboratuvar çalışmalarından elde edilen veriler, yeşil çayın gıda alımını azaltarak, lipid emülsifikasyonunu ve emilimini kesintiye uğratarak, adipogenez ve lipid sentezini baskılayarak ve termojenez ve yağ oksidasyonu ve fekal lipid atılımı yoluyla enerji

tüketimini artırarak yağ metabolizmasında önemli rollere sahip olduğunu göstermiştir (Huang vd., 2014).

Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Yapılan araştırmalar sonucunda *Lactobacillus gasseri* ve yeşil çayın obeziteye karşı olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus gasseri* kùltürleri kullanarak ve farklı oranlarda yeşil çay ilave edilerek obeziteye karşı etkili bir probiyotik yoğurt üretimini gerçekteştirmek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda üretilen probiyotik yoğurtların fizikokimyasal, reolojik, mikrobiyolojik, duyuusal özelliklerine *Lactobacillus gasseri* ve yeşil çayın etkisi incelenmiştir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Obezite

Obezite, bireylerin yaşam kalitesini olumsuz etkileyen, birçok bulaşıcı olmayan hastalığa ve bireyin yaşam süresinin kısalmasına neden olan, her yaştan tüm bireyleri ilgilendiren önemli bir sağlık sorunudur. Yağ dokusunun erkeklerde normal olması gereken aralıkları vücut ağırlığının yaklaşık %15-20'si arasında, kadınlarda ise %25-30'u arasındadır. Bu oranların erkekler için %25 ve kadınlar için %30'un üzerine çıkması sonucu obeziteden bahsedilmektedir (Tedik, 2017).

Dünyada birçok yerde obezite sıklığı gün geçtikçe daha çok artmaktadır (Tedik, 2017). WHO, obeziteyi hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde yaygın olan kronik bir hastalık olarak tanımlamaktadır (Hubbard, 2020). Fazla kilo ve obezite, dünya çapında düşük kilodan daha fazla ölümle bağlantılıdır. 1975'te 5-19 yaş arası çocuk ve ergenlerin sadece %1'den azı obezken, 2016 yılında 124 milyon çocuk ve ergenin (kızların %6'sı ve erkeklerin %8'i) obez olduğu belirlenmiştir. Dünya çapında obezite 1975 ile 2016 yılları arasında yaklaşık üç kat artış göstermiştir. Dünya Sağlık Örgütü'nün 2016 yılındaki verilerine göre, 18 yaş ve üstü 1,9 milyardan fazla yetişkinin aşırı kilolu ve 650 milyondan fazla kişinin obez olduğu belirlenmiştir. 2016'da 5-19 yaş arası 340 milyonun üzerinde çocuk ve ergenin fazla kilolu ve obez olduğu da bildirilmiştir. 2019 verilerine göre de 5 yaş altı 38,2 milyon çocuğun fazla kilolu ve obez olduğu tespit edilmiştir. Son olarak 2020 verilerine göre 5 yaşından küçük 39 milyon çocuğun aşırı kilolu veya obez olduğu belirlenmiştir (World Health Organization [WHO], 2021).

Yapılan çalışmalara göre obez çocukların 1/3'ü ile obez adölesanların %80'i yetişkin olduğunda obez kalmaya devam etmektedir. Bundan dolayı obezitenin önlenmesi ve obezite ile mücadeleye çocukluk döneminden başlanmasının önemli olduğu belirlenmiştir (İpar, 2012).

2.1.1. Obezitenin Belirlenmesi

Obeziteyi ölçmek için kullanılan birçok farklı metod bulunmaktadır (Yıldırım, 2019). Beden Kitle İndeksi (BKİ), yetişkinlerde fazla kilo ve obeziteyi sınıflandırmak için yaygın olarak kullanılan basit bir boy - ağırlık indeksidir. Bir kişinin kilogram cinsinden ağırlığının

metre cinsinden boyunun karesine bölünmesi (kg / m^2) olarak tanımlanmaktadır BKİ aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır (WHO, 2021).

$$\text{Beden Kitle İndeksi (BKİ)} = \frac{\text{Ağırlık (kg)}}{\text{Boy (m}^2\text{)}} \quad (2.1)$$

Beden Kitle İndeksi (BKİ) değeri 25'in üzerinde olan bir kişi fazla kilolu, 30'un üzerinde ise obez olarak kabul edilmektedir (World Health Organization [WHO], t.y.a).

2.1.2. Fazla kilo ve Obezitenin Temel Nedeni

Obezite ve fazla kilonun temel nedeni, tüketilen kalori ile harcanan kalori arasındaki enerji dengesizliğidir (WHO, 2021). Günlük tüketim miktarından daha fazla tüketilen gıdalar sonucu alınan kaloriler, içeriğinde yüksek miktarda şeker, yağ ve tuz bulunan besinlerin yaygın olarak tüketilmesi, obezitenin ülkemizde ve dünyada sağlık sorunu olmasının en önemli nedenleridir (Gökbunar vd., 2015). Ayrıca teknolojinin gelişmesiyle birlikte, insanların yaşam tarzının kolaylaşması, ulaşım, üretim, tarım vb. alanlarda yapılan birçok yeniliklerle birlikte fiziksel aktivitenin azalması da obezitede artışa neden olmuştur (TEMD, 2019). Öte yandan kentleşme de aynı zamanda obezitenin gelişmesinde önemli bir role sahiptir (Wirtz, 2004).

Obezite, sosyal, davranışsal, kültürel, fizyolojik, metabolik ve genetik faktörlere de dayanmaktadır (Shashikiran, Sudha ve Jayaprakash, 2004). Sigara-alkol kullanımı, kullanılan bazı ilaçlar, doğum sayısı ve doğumlar arası süre de obeziteye neden olmaktadır. Bu nedenlere ek olarak, obezite görülme sıklığının anne sütü ile beslenen çocuklarda daha düşük oranlarda olduğu belirlenmiştir (Tedik, 2017).

2.1.3. Obezite ve Bağırsak Mikrobiyotası

Besin emilimini ve enerji dağılımını etkileyen bağırsak mikrobiyotasının, obezite ve metabolik sendromların patogenezinde rol oynadığı belirlenmiştir (İpar, 2012). Yağlı ve enerji bakımından yüksek besinleri tüketmek, bağırsak bakterilerinin sayısını ve bileşimini değiştirmektedir (Arslan, 2014). Bunun sonucunda disbiyoz denilen sağlıklı bir flora oluşmaktadır (Kuzu, 2017). Mikrobiyal dengesi bozulan bağırsakta kalori alınımı, bağırsak geçirgenliği ve proinflamatuvar sitokinlerin düzeylerinde artış ve endotoksemi gerçekleşmektedir (Durmaz, 2019).

Obezite ile birlikte insanların bağırsaklarında *Firmicutes* oranı artmakta, *Bakteroides* ve *Bifidobakteri* oranı azalmaktadır (Arslan, 2014; İpar, 2012). *Firmicutes* bakterilerinin sindirilmeyen polisakkaritleri hidrolize ederek daha fazla enerji kazanımını sağlayarak yağ birikimine neden olduğu bilinmektedir (Durmaz, 2019). Bifidobakterler, bağırsak mikrobiyotasında baskın olarak bulunan bir bakteri popülasyonu olmamasına rağmen, Bifidobakter miktarındaki azalmanın obez bireylerin bağırsak mikroflorasında görülen çok önemli değişiklik olduğu belirtilmiştir. Bundan dolayı, tedavide öncelikli olarak hedef alınması gereken bakteri popülasyonunun Bifidobakterler olduğu belirlenmiştir (Arslan, 2014). Ayrıca, obez ve kilolu kişilerde *Lactobacillus* türlerinin zayıf kişilere göre daha fazla yoğunlukta ve beden kitle indeksi (BKİ) ile pozitif ilişkide olduğu belirlenmiştir (Durmaz, 2019).

Yüksek yağlı diyetle beslenen kişilerin bağırsak mikrobiyotasında gram-negatif bakterilerin sayısının artması, lipopolisakkarid (LPS) seviyelerini arttırmakta ve kronik sistemik inflamasyona neden olmaktadır. Bu da obezitenin gelişmesinde rol oynamaktadır (İpar, 2012; Kuzu, 2017).

Yapılan bazı çalışmalarda prebiyotik ve probiyotik kullanımının bağırsak florasını değiştirdiği ve kilo kaybını sağladığı gözlemlenmiştir. Obezite sorununun tedavisinde ve önlenmesinde prebiyotik, probiyotiklerin ve kombinasyonlarının kullanılabileceği çalışmalar sonucunda belirlenmiş ve bu konuyla ilgili daha fazla çalışma yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır (Arslan, 2014).

2.1.4. Obezite ile ilişkili hastalıklar

Obezite, insan hayatını tüm yönleriyle olumsuz etkilemekte ve birçok hastalıkla ilişkilendirilmektedir (Maria ve Evagelia, 2009). Kardiyovasküler hastalıklar (özellikle kalp hastalığı ve felç), diyabet, metabolik sendrom, kas - iskelet sistemi bozuklukları (özellikle osteoartrit - eklemlerde büyük ölçüde sakat bırakan dejeneratif bir hastalık), birçok kanser türü (endometriyal, meme, yumurtalık, prostat, karaciğer, safra kesesi, böbrek ve kolon dahil), solunum sistemi rahatsızlıkları, hipertansiyon, uyku apnesi ve psikolojik rahatsızlıklar gibi bulaşıcı olmayan hastalıklar için önemli bir risk faktörüdür (Gökbunar vd., 2015; Hubbard, 2020; Tedik, 2017; WHO, 2021). Bu bulaşıcı olmayan hastalıkların riski beden kitle indeksi (BKİ) yükseldikçe daha da ciddileşmektedir (World Health Organization [WHO], t.y.b).

Fakat %5-10 oranında verilen kilo bu hastalıkların oluşma riskini büyük ölçüde azaltmaktadır (Tedik, 2017).

2.1.5. Obezitenin tedavisi

Obezite, birçok bulaşıcı olmayan hastalıklara neden olduğu için tedavi edilmesi gereken önemli bir sağlık sorunudur (Tedik, 2017). Fazla kilo ve obezitenin birçok nedeni önlenemez ve geri döndürülebilir. Ancak henüz hiçbir ülke bu salgının büyümesini tersine çevirememiştir (World Health Organization [WHO], t.y.c). Yapılan araştırma çalışmalarının çoğu, kilo vermenin obezite tedavisinin temel amacı olduğunu göstermektedir (Maria ve Evagelia, 2009). Obezite ile mücadele için kullanılacak tedavi uzun ve devamlılık gerektiren bir süreçtir. Bundan dolayı bireyin kararlılığı ve etkin olarak katılımı gerekmektedir (İpar, 2012).

Obezite tedavisinin amacı, bireysel bir negatif enerji dengesi sağlamaktır (Wirtz, 2004). Fazla kilo ve obezitenin tedavisinde yaşam tarzı değişikliği, davranış değişikliği, ilaç veya cerrahi tedavi kullanılmaktadır (Kunduracı, 2019). Tedavide ilk olarak yaşam tarzı değişikliği uygulanmalıdır (Tedik, 2017). Artan fiziksel aktivite ile birlikte diyet değişiklikleri yetişkinlerde ve çocuklarda birinci basamak tedavi olarak tanımlanır (Wirtz, 2004).

Bireysel düzeyde insanlar aşırı kilo ve obezite riskini azaltmak için şunları yapabilir:

- Toplam yağ ve şekerden enerji alımını sınırlamak;
- Meyve ve sebzelerin yanı sıra baklagiller, kepekli tahıllar ve sert kabuklu yemişlerin tüketimini arttırmak; ve
- Düzenli fiziksel aktivite yapmak (çocuklar için günde 60 dakika ve yetişkinler için haftaya yayılmış 150 dakika) (WHO, 2021).

Yaşam tarzı değişikliği en az 6 ay süreyle uygulanmalıdır. Bu ilaç kullanılmadan gerçekleştirilen tedavi yöntemlerinin, bireylerin psikolojisine ve hayat kalitesine iyi yönde etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, maliyet açısından risk taşımadığı ve ucuz olduğu belirlenmiştir (Tedik, 2017).

Obezitenin yaşam tarzı değişikliği ile önlenemediği durumlarda ilaç veya cerrahi tedavi kullanılmalıdır (Tedik, 2017). İlaçların kilo kaybına yardımcı olmasına ve nüksetmeyi önlemesine rağmen, birçok yan etkisi vardır ve hastanın hala belirli bir diyet ve egzersiz takip

etmesi gerekir (Maria ve Evagelia, 2009). Bu fayda-risk dengesi nedeniyle, ilaç ve cerrahi tedaviler ikinci ve üçüncü basamak tedaviler olarak kabul edilmektedir (Wirtz, 2004).

2.2. Probiyotikler

Probiyotik kelimesi, Yunancada "yaşam için" anlamına gelen "pro bios" kökeninden (pro: için, bios: yaşam) gelmektedir (Zeren, 2015).

Yıllar boyunca probiyotik kelimesi birkaç farklı şekilde kullanılmıştır (Fuller, 1989). Probiyotik kelimesi, ilk olarak 1965 yılında Lilly ve Stillwell tarafından, bir mikroorganizmanın salgıladığı ve diğer mikroorganizmanın gelişmesini teşvik eden metaboliti tanımlamak için kullanılmıştır (Çayır, 2007; Damar, 2018; Dirican, 2017). Ayrıca antibiyotiklerin tersi anlamına gelen maddeleri tanımlamak için de kullanılmıştır (Salminen, Ouwehand, Benno ve Lee, 1999). Probiyotik teriminin en eski tanımı Parker tarafından 1974 yılında bağırsak mikrobiyal dengesine katkıda bulunan organizmalar ve maddeler olarak tanımlanmıştır. Daha sonra probiyotik, Fuller tarafından 1989 yılında "bağırsak mikrobiyal dengesini geliştirerek konakçı hayvanı yararlı bir şekilde etkileyen canlı mikrobiyal yem katkı maddeleri" olarak tanımlanmıştır (Parracho, McCartney ve Gibson, 2007). Bu tanım, yaşayabilirliğin önemini vurgular ve antibiyotikleri bile içerebilecek çok geniş bir 'maddeler' teriminin kullanılmasını önler (Fioramonti, Theodorou ve Bueno, 2003).

Probiyotiklerin günümüzdeki tanımı FAO ve WHO tarafından belirlenmiştir (Zeren, 2015). FAO ve WHO probiyotikleri "yeterli miktarlarda uygulandığında konakçıya sağlık yararı sağlayan canlı mikroorganizmalar" olarak tanımlamıştır (FAO, 2016).

Probiyotiklerle ilgili ilk çalışma 20. yüzyılın başlarında Nobel ödülü sahibi Rus bilim insanı Elie Metchnikoff tarafından gerçekleştirilmiştir (Aksu, Altunatmaz ve Kahraman, 2010; Dirican, 2017). Rus bilim insanı Metchnikoff, Bulgar köylülerin daha uzun ve sağlıklı yaşam sürmelerinin nedeninin tükettikleri fermente süt ürünleri olduğunu belirtmiştir (Aksu vd., 2010). Bunun nedenini de, bu fermente süt ürünlerinde bulunan laktik asit bakterileri ile ilişkilendirmiştir (Yurdakök, 2013).

2.2.1. Probiyotik Bakteriler

Probiyotikler genellikle, tüketildiklerinde insanlara sağlık açısından fayda sağlayan mikroorganizmalar olarak tanımlanır (Snydman, 2008). Probiyotiklerin sağlık üzerine yararlarından dolayı, birçok gıda ürününün üretiminde kullanımı giderek önem kazanmaktadır (Şentürk vd., 2020). Ticari olarak *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* bakteri türleri yaygın olarak probiyotik besinlerde kullanılmaktadır. Bu bakterilerin kullanılmasının en büyük nedeni güvenilir olduğu için yıllardır kullanılmaları, insan bağırsağında baskın olmaları ve GRAS (genellikle güvenilir kabul edilen) listesinde yer almalarıdır (Akan ve Kınık, 2015; Özer, Özyurt ve Harsa, 2019). Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmalar Çizelge 2.1'de gösterilmiştir.



Çizelge 2.1. Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmalar (Balatı, 2015; Ceyhan ve Aliç, 2012; Özden, 2013).

<i>Lactobacillus</i> türleri	<i>Bifidobacterium</i> türleri
<i>Lactobacillus bulgaricus,</i>	<i>Bifidobacterium adolescentis,</i>
<i>Lactobacillus lactis,</i>	<i>Bifidobacterium bifidum,</i>
<i>Lactobacillus acidophilus,</i>	<i>Bifidobacterium breve,</i>
<i>Lactobacillus gasseri,</i>	<i>Bifidobacterium infantis,</i>
<i>Lactobacillus delbrueckii,</i>	<i>Bifidobacterium longum,</i>
<i>Lactobacillus cellebiosus,</i>	<i>Bifidobacterium thermophilum</i>
<i>Lactobacillus reuteri,</i>	<i>Streptococcus</i> türleri
<i>Lactobacillus fermentum,</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>
<i>Lactobacillus curvatus,</i>	<i>Streptococcus cremoris</i>
<i>Lactobacillus plantarum,</i>	<i>Streptococcus intermedius</i>
<i>Lactobacillus johsonii,</i>	<i>Streptococcus tactics</i>
<i>Lactobacillus rhamnosus,</i>	<i>Streptococcus diacetylactis</i>
<i>Lactobacillus helveticus,</i>	<i>Pediococcus</i> türleri
<i>Lactobacillus salivarius,</i>	<i>Pediococcus cerevisiae</i>
<i>Lactobacillus casei,</i>	<i>Pediococcus acidilactici</i>
<i>Lactobacillus brevis</i>	<i>Pediococcus pentosaceus</i>
<i>Bacillus</i> türleri	<i>Bacteriodes</i> türleri
<i>Bacillus subtilis,</i>	<i>Bacteriodes capillus</i>
<i>Bacillus pumilus</i>	<i>Bacteriodes suis</i>
<i>Bacillus lentus</i>	<i>Bacteriodes ruminicola</i>
<i>Bacillus licheniformis</i>	<i>Bacteriodes amylophilus</i>
<i>Bacillus coagulans</i>	
<i>Propionibacterium</i> türleri	<i>Leuconostoc</i> türleri
<i>Propionibacterium shermanii</i>	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
<i>Propionibacterium freudenreichii</i>	
Küfler	Mayalar
<i>Aspergillus niger</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Candida torulopsis</i>
	<i>Saccharomyces boulardii</i>

2.2.2. Probiyotik Mikroorganizmalarda Aranılan Özellikler

Mikroorganizmaların probiyotik olarak kabul edilebilmeleri ve kullanılabilmesi için bazı özellikler taşıyor olmaları gerekmektedir (Yıldırım, 2017).

Probiyotik mikroorganizmaların sahip olması gereken bazı özellikler şunlardır;

- Konakçı ile aynı türden izole edilmeli (Collins ve Gibson, 1999).
- İnsan orijinli olmalı (Dunne vd., 2001)
- Çok sayıda canlı hücre içermeli (Collins ve Gibson, 1999)
- Güvenli olmalı, invazif, kanserojen, patojen ve toksik olmamalı (Kaur, Chopra ve Saini, 2002; Young ve Huffman, 2003),
- Konakçı sağlığı üzerine yararlı bir etki oluşturmalı (Collins ve Gibson, 1999),
- Asit ve safraya karşı toleranslı olmalı (Borchers, Selmi, Meyers, Keen ve Gershwin, 2009),
- Gastrointestinal sistemde canlı kalabilmeli ve metabolik etkisini sürdürebilmeli (Özden, 2013),
- Bağırsak epitel hücrelerine tutunabilmeli (Parracho vd., 2007),
- Bağırsağı kolonize edebilmeli (Young ve Huffman, 2003),
- Sağlıklı bağırsak florasına uyum sağlamalı (Young ve Huffman, 2003),
- Bağışıklık sistemini uyarmalı (Gupta ve Garg, 2009),
- Antimikrobiyal maddeler üretmeli (Borchers vd., 2009),
- Patojenik tutunmayı engellemeli veya azaltmalı (Kaur vd., 2002)
- Patojen gelişimine karşı asitler, hidrojen peroksit ve bakteriyosin üretmeli (Kaur vd., 2002),
- *Helicobacter pylori*, *Salmonella sp.*, *Listeria monocytogenes* ve *Clostridium difficile* gibi patojenlere karşı antagonistik aktivite göstermeli (Mattila-Sandholm vd., 2002),

- Transfer edilebilir antibiyotik direnç genleri taşımamalı (Borchers vd., 2009)
- Antimutagenik ve antikarsinojenik özellikler göstermeli (Mattila-Sandholm vd., 2002),
- Gıda üretiminde ve klinik kullanımlarda güvenli olmalı (Saarela vd., 2000),
- Klinik olarak belgelenmiş ve doğrulanmış sağlık etkileri olmalı (Saarela vd., 2000),
- Ticari üretim için gerekli endüstriyel işlemlere uygun olmalı, gıda ürününe ve depolama sırasında canlı kalmalı (Tuohy vd., 2007),
- İyi duyuşal özelliklere sahip olmalı (Collins ve Gibson, 1999).

2.2.3. Probiyotiklerin Sağlık Üzerine Etkileri

Probiyotikler, bağırsak mikrobiyal dengelerini koruyarak veya geliştirerek tüketicilerin sağlığına fayda sağlayan canlı mikrobiyal gıda takviyeleridir (Saarela vd., 2000).

Probiyotikler, insan bağırsak sisteminde ve bağırsak mikrobiyotasında spesifik özelliklere ve hedeflere sahiptir. Cinsinden ve türünden bağımsız olarak her probiyotik suş benzersizdir ve bu nedenle, her suşun özellikleri ve insan sağlığı üzerindeki etkilerinin duruma göre değerlendirilmesi gerekir (Salminen, Gueimonde ve Isolauri, 2005).

Probiyotikler, temel olarak normal bağırsak mikroflorasının korunması, gastrointestinal patojenlere karşı koruma, bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi, serum kolesterol seviyesinin ve kan basıncının düşürülmesi, anti- kanserojen aktivite, besinlerden daha iyi faydalanılması ve gıdaların besin değerinin iyileştirilmesi gibi birçok sağlık yararı sağlamaktadır (Tripathi ve Giri, 2014).

Probiyotiklerin sağlık üzerinde olumlu diğer etkileri;

- Laktoz intoleransını azaltma (Ouweland, Salminen ve Isolauri, 2002),
- Çocuklarda alerjik semptomların engellenmesi ve *Helicobacter pylori* enfeksiyonu riskini azaltması (Kundakçı ve Ergönül, 2006),
- Damar sertliği ve kalp ve damar hastalıklarının engellenmesi (Kundakçı ve Ergönül, 2006),

- Kabızlık ve hiperkolesteroleminin hafifletilmesi (Tripathi ve Giri, 2014),
- Bebekte ishal, ürogenital hastalıklar, osteoporoz, gıda alerjisi ve atopik hastalıkların önlenmesi (Tripathi ve Giri, 2014),
- İnflamatuvar bağırsak hastalıklarının kontrolü (Tripathi ve Giri, 2014),
- Kolon ve mesane kanserine karşı koruma (Tripathi ve Giri, 2014),
- Akut ishali ve özellikle viral ishali tedavisinde (Young ve Huffman, 2003),
- Bebekte ishal, seyahat ishali ve antibiyotik ile ilişkili ishali tedavisinde (Aron, Boev ve Bahrim, 2015),
- Rotavirüs ve *Clostridium difficile* kaynaklı kolitin kontrolü ve *Helicobacter pylori* ile ilişkili ülserlerin önlenmesinde (Kaur vd., 2002),
- Gıda kaynaklı patojenlere ve dış çürüğü organizmalarına karşı antagonizmada (Kaur vd., 2002),
- Besinlerle vücuda alınan toksik maddelerin vücuttan atılmasında (Aksu vd., 2010),
- B grubu ve K vitamini üretimi ve emiliminde (Aksu vd., 2010),
- Mineral emiliminin güçlendirilmesinde (Taş, Duru ve Şahin, 2014),
- Obeziteye karşı etkili (Yıldıran, 2017).

Probiyotiklerin insan sağlığına olumlu etki gösterebilmesi için gıda ile birlikte vücuda yeterli miktarda probiyotik bakterinin alınması gerekmektedir (Akan ve Kınık, 2015). Probiyotik mikroorganizmaların faydalı etki sağlayabilmeleri için ürünlerde en az 10^6 - 10^7 kob/g seviyesinde bulunması gerekmektedir (Kaya, 2015). Probiyotik içeren fonksiyonel gıdalara olan talep, tüketicilerin bu gıdaların sağlık üzerine olumlu etkisi hakkında artan farkındalığı nedeniyle hızla artmaktadır (Tripathi ve Giri, 2014). Bu olumlu etkilerinden dolayı probiyotikler gıda endüstrisinde peynir ve yoğurt gibi yaygın olarak tüketilen ürünleri üretmek için kullanılmaktadır (Young ve Huffman, 2003). Bazı probiyotiklerin klinik çalışmalarla belirlenen sağlık üzerine etkileri Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Bazı probiyotiklerin klinik çalışmalarla belirlenen sağlık üzerine etkileri

Suş	Klinik Çalışmalarla Belirlenen Sağlık Üzerine Etkileri
<i>Lactobacillus johnsonii</i> LA1	İnsan intestinal hücrelerine tutunma, intestinal floranın düzenlenmesi, immün modülasyon, <i>H. pylori</i> tedavisinde yardımcı ajan (Saarela vd., 2000; Uymaz, 2010).
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG (ATCC 53103)	Rotavirüs ishalinin tedavisi ve önlenmesi, antibiyotiğe bağlı ishalin önlenmesi, fekal enzim aktivitelerini azaltma, Çocuklarda akut ishalinin tedavisi ve önlenmesi, tekrarlayan <i>Clostridium difficile</i> ishalinin tedavisi, immün yanıt modülasyonu, çocuklarda atopik dermatit semptomlarının azaltılması (Saarela vd., 2000; Uymaz, 2010).
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG	Antibiyotiğe bağlı ishalin önlenmesi, rotavirüs ishalinin tedavisi ve önlenmesi, tekrarlayan <i>Clostridium difficile</i> ishalinin tedavisi, akut ishalin önlenmesi, seyahat ishalinin önlenmesi, Crohn hastalığının hafifletilmesi, immün modülasyon, inflamatuvar bağırsak hastalığının azalması, alerji tedavisi ve önlenmesi, fekal enzim aktivitelerini azaltma, kanserojen bakterilere karşı antagonistik etki, poşitin ameliyat sonrası önlenmesi (Dunne vd., 2001; Ouwehand, Kirjavainen, Shortt ve Salminen, 1999; Saad, Delattre, Urdaci, Schmitter ve Bressollier, 2013).
<i>Lactobacillus gasseri</i> (ADH)	Fekal enzim aktivitesinin azaltılması (Ouwehand vd., 1999).
<i>Streptococcus thermophilus</i>	Laktöz intoleransını iyileştirmesi, rotavirüs ishalinin önlenmesi (Saad vd., 2013).
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Laktöz intoleransını iyileştirme, antibiyotiğe bağlı ishalin önlenmesi, seyahat ishalinin önlenmesi (Fioramonti vd., 2003; Uymaz, 2010).
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Antibiyotiğe bağlı ishalin önlenmesi, seyahat ishalinin önlenmesi, Laktöz intoleransını iyileştirme, bakteriyel vajinozis tedavisinde (Fioramonti vd., 2003; Ouwehand vd., 1999).
<i>Bifidobacterium lactis</i> Bb-12	Seyahat ishalinin önlenmesi, rotavirüs ishali dahil viral ishalin tedavisi, <i>Helicobacter pylori</i> 'ye karşı inhibitör etki, bağırsak florasının modülasyonu, kabızlığın iyileştirilmesi, bağışıklık tepkisinin modülasyonu, çocuklarda atopik dermatit semptomlarının hafifletilmesi (Ouwehand vd., 1999; Saad vd., 2013; Saarela vd., 2000).
<i>Lactobacillus casei</i> Shirota	Fekal enzim aktivitesinin azaltılması, bağırsak florasının modülasyonu, bağırsak rahatsızlıklarının önlenmesi, bağırsak bakterilerinin dengelenmesi, yüzeysel mesane kanseri ve serviks kanseri üzerinde olumlu etkileri (Dunne vd., 2001; Saarela vd., 2000; Uymaz, 2010).
<i>Lactobacillus reuteri</i>	İmmün modülasyon, rotavirüs ishalinin azaltılması, çocuklarda akut ishalinin tedavisi (Saad vd., 2013; Saarela vd., 2000).

Çizelge 2.2. Bazı probiyotiklerin klinik çalışmalarla belirlenen sağlık üzerine etkileri (devamı)

Suş	Klinik Çalışmalarla Belirlenen Sağlık Üzerine Etkileri
<i>Saccharomyces boulardii</i>	Antibiyotiğe bağlı ishalin önlenmesi ve tedavisi, seyahat ishalinin önlenmesi, <i>Clostridium difficile</i> kolitinin tedavisi, <i>Clostridium difficile</i> ishalinin önlenmesi ve tedavisi, inflamatuvar bağırsak hastalığının daha az nüksetmesi (Dunne vd., 2001; Saad vd., 2013; Saarela vd., 2000; Uymaz, 2010).
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	Rotavirüs ishal tedavisi, viral ishal tedavisi, bağırsak mikroflorasının dengelenmesi (Dunne vd., 2001).
<i>Lactobacillus plantarum</i> 299v	Hassas bağırsak sendromunun azaltılması, bağırsak florasının modülasyonu, LDL- kolesterolün azaltılması, <i>Clostridium difficile</i> ishalinin tekrarlanmasının azaltılması, fekal kısa zincirli yağ asidi içeriğini arttırması (Saad vd., 2013; Saarela vd., 2000).

2.3. Probiyotik Yoğurt

Yoğurt, sağlığa olumlu etkisinden ve yüksek besin içeriğinden dolayı yaygın olarak tüketilen hafif ekşi aromalı, pelteleşmiş bir süt ürünüdür (Amirdivani ve Baba, 2013; Dönmez vd., 2017; Tosun, 2007). Türk Standartları Enstitüsü (TSE) TS 1330 Yoğurt Standardında, inek sütü, manda sütü, keçi sütü, koyun sütü ve pastörize sütü veya karışımlarının, gerektiğinde süt tozu eklenerek homojenize edilip veya edilmeden *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*'dan oluşan yoğurt kültürünün eklenmesi ve yoğurt yapım kurallarına uygun olarak, laktik asit fermantasyonuna tabi tutulması sonucu elde edilen ürün olarak tanımlanmaktadır (Erşan, 2011; Sömer, 2013).

Fonksiyonel besinler arasında olan yoğurt, hem çocuklar hem de yetişkinler için beslenme ve sağlık yararları ile birlikte vazgeçilmez bir besindir (Arfaoui, 2020). Yoğurt, protein, kalsiyum, riboflavin, tiamin, B6 vitamini ve B12 vitamini açısından zengin olmakla birlikte magnezyum, niasin ve çinko gibi mineralleri de içermektedir (Çağlayan, 2018; Fazilah vd., 2018). Yoğurt tüketimi, sindirim sistemini düzenlemeye yardımcı olabilir, bağışıklığı arttırabilir, ishali hafifletebilir, kanser, gastrointestinal bozukluklar, kronik diyare, ve alerji semptomları gibi bazı hastalıklara karşı koruma sağlayabilir, iyi diş eti sağlığını destekleyebilir ve kolesterolü düşürücü etki gösterebilir (Fazilah vd., 2018; Glibowski, Karwowska, Latoch, Nosowska ve Udeh, 2019; Ochanda, Wanyoko, Faraj, Onyango ve Ruto, 2015; Sömer, 2013). Ayrıca, yoğurt tüketimi vücut ağırlığının veya vücut yağ kütlesinin

azalmasına neden olmaktadır. Yapılan bir araştırmada, yüksek (haftada en az 7 porsiyon) yoğurt tüketiminin, düşük (haftada 1 ila 2 porsiyon) tüketime göre daha düşük obezite oranı ile ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Fazilah vd., 2018). Yoğurt üretimi sırasında sütte bulunan laktoz fermantasyon sonucunda laktik aside dönüştüğünden dolayı laktoz intoleransı olan bireyler yoğurdu tüketebilmektedirler (Çağlayan, 2018).

Yoğurt üretiminde farklı starter kültür kullanımı son zamanlarda büyük ilgi görmektedir (Gürel, 2006). Probiyotik bakterilerin sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı bu bakteriler yoğurtlara ve fermente sütlere daha fazla dahil edilmektedir (Mattila-Sandholm vd., 2002). Yoğurt üretiminde probiyotikler yoğurt starter kültürlerinin yanında yardımcı kültür olarak ilave edilmektedir. Bunun nedeni proteolitik aktivite eksikliğinden dolayı probiyotik bakteriler sütte yavaş gelişim göstermekte ve fermantasyon istenen sürede sona ermemektedir (Erşan, 2011). *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* cinsi probiyotik mikroorganizmalar probiyotik gıdalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Karimi, Mortazavian ve Cruz, 2011). Süt içerisine probiyotik özellik gösteren bakterilerin eklenmesiyle probiyotik yoğurtlar üretilmektedir (Çayır, 2007). Probiyotik bakterilerin insan sağlığı için yararlı etkiler gösterebilmesi için depolama süresi boyunca üründe canlılığını koruyabilmesi gerekmektedir (Erşan, 2011).

2.4. Bu Çalışmada Probiyotik Yoğurt Üretiminde Kullanılan Mikroorganizmalar

Streptococcus thermophilus

Streptococcus thermophilus; gram pozitif, hareketsiz, fakültatif anaerobik, çapı 1 µm'den küçük, yuvarlak ya da elips şeklinde tekli, çiftli veya uzun zincirler halinde, katalaz negatif, hücre duvarı yapısı N-asetilglukozamin ve N-asetilmuramik asitten oluşan ve endospor oluşturmayan süt ve süt ürünlerinde yaygın olarak bulunan bir bakteridir (Balatı, 2015; Biberoglu, 2012; Çağlayan, 2018; Mutlu, 2019). 60 °C sıcaklıkta 30 dakikalık ısıtma işlemine karşı dirençlidir. *Streptococcus thermophilus* ısıya toleransı *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'a karşı daha fazladır (Biberoglu, 2012). Termofilik özellik gösteren bu bakteri 10 °C sıcaklıkta gelişemez ama 50 °C sıcaklıkta gelişebilmektedir (Balatı, 2015). Optimum gelişim gösterdiği sıcaklık aralığı 37- 42 °C, optimum pH'sı 6- 6,5 olup aerobik ve fakültatif anaerob özellik göstermektedir (Çağlayan, 2018; Mutlu, 2019). *S. thermophilus*, laktoz ve sakkarozu fermente edebilmektedir. Fermantasyon sonucunda oluşan ürünler laktik asit, asetaldehit, laktat ve diasetildir (Mutlu, 2019). Proteolitik aktivitesi zayıftır. Bundan

dolayı yoğurdun fermantasyon sırasında gelişimi için ihtiyaç duyulan glutamik asit, lösin, sistein gibi temel aminoasitleri dış kaynaklardan sağlamaktadır (Mutlu, 2019). Bu bakteri genellikle süt ve fermente süt ürünlerinde kullanılmaktadır (Balatı, 2015).

Lactobacillus gasseri

Probiyotik olarak yaygın kullanılan *Lactobacillus acidophilus* cinsi içindeki *Lactobacillus gasseri*, insan mikroflorasının önemli bir türüdür (Baltova ve Dimitrov, 2014). *Lactobacillus gasseri*, insan sütü, gastrointestinal ve vajinal sistemde doğal olarak bulunur (Asan-Özüsağlam ve Günyaktı, 2020a). Bu mikroorganizmalar genel olarak güvenli (GRAS) olarak kabul edilmekte ve çeşitli ticari probiyotik ürünlerde kullanılmaktadır (Asan-Özüsağlam ve Günyaktı, 2020a, 2020b).

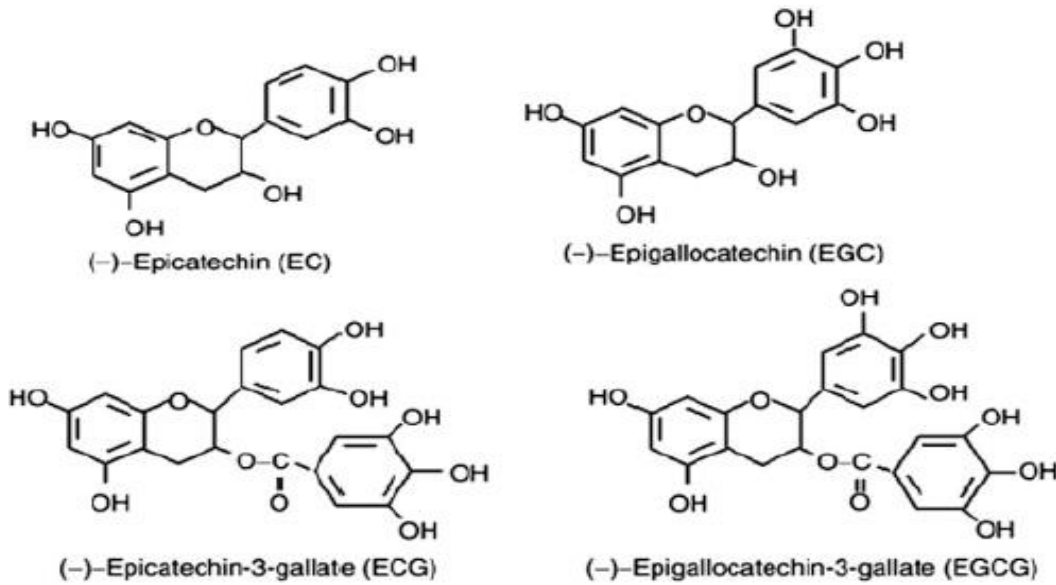
Lactobacillus gasseri, gram pozitif, çubuk şeklinde bir laktik asit bakterisi türüdür (Story, 2011). Bu bakteri aside dirençli, safraya toleranslı ve konak epiteline yapışma özelliği göstermektedir (Selle ve Klaenhammer, 2013; Mahboubi, 2019). Ayrıca gıda kaynaklı patojenik bakterilere karşı antibakteriyel aktivite (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Typhimurium* ve *Bacillus cereus*) gösterdiği ve bakteriyosin ve antibakteriyel maddeler ürettiği belirlenmiştir (Kang, Yun ve Park, 2010). *Lactobacillus gasseri*, bağırsak homeostazının korunması, bağışıklık sisteminin düzenlenmesi, bakteriyel ve viral enfeksiyonların önlenmesi, alerjik semptomların azaltılması, bulaşıcı hastalık semptomlarının hafifletilmesi, *Helicobacter pylori* enfeksiyonunun hafifletilmesi, diyarenin iyileşmesi ve serum kolesterol konsantrasyonlarının düşürülmesi gibi sağlık üzerine faydalı etkilere sahiptir (Arakawa vd., 2015; Baltova ve Dimitrov, 2014; Selle ve Klaenhammer, 2013). Ayrıca bu bakterinin tüketimi vücut ağırlığı, BKİ, bel ve kalça çevreleri ve vücut kütlelerinde azalmayı sağladığı için obeziteye karşı etkilidir. *Lactobacillus gasseri*'nin anti-obezite etkisi, insan bağırsağında yerleşme ve bağırsak ortamını iyileştirme yeteneği ile ilişkilidir. *Lactobacillus gasseri*'nin bu tür özellikleri, lipid emilimini azaltma yeteneği ile birlikte, karın yağının ve diğer vücut ölçülerinin azalmasını sağlamaktadır (Kadooka vd., 2010). Bu sağlığa yararlı etkilerinden dolayı *Lactobacillus gasseri* çeşitli fermente gıda ürünleri ve diyet takviyelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Arakawa vd., 2015).

2.5. Yeşil Çay

Yeşil çay (*Camellia sinensis*) dünyada yaygın olarak tüketilen içeceklerden biridir (Cho vd., 2020). *Theaceae* familyasından olan yeşil çay, *Camellia sinensis* bitkisinin fermente

edilmemiş kurutulmuş yapraklarından demlenir (Chatterjee, Das, Das ve Das, 2018; Rains vd., 2011).

Kimyasal yapı olarak yeşil çay, alkaloid, lignin, flavanol glikozitleri, karbonhidrat, aminoasit, mineral ve vitaminler içermekte ve bununla birlikte yüksek miktarda polifenollerden (kateşinler) oluşmaktadır (Giritlioğlu, 2020). Yeşil çayın değerli bir fonksiyonel gıda olmasını sağlayan birçok tıbbi ve sağlık yararı, yüksek antioksidan özelliklere sahip polifenol bileşikleri ile ilişkilidir. Kateşinler, yeşil çay yapraklarındaki kuru ağırlığın %30-42'sini oluşturan çaydaki birincil polifenoldür (Rahmani, Gandomi, Noori, Faraki ve Farzaneh, 2021). Yeşil çayda bulunan başlıca polifenolik bileşenler epikateşinler (EC), epigallokateşin (EGC), epikateşin-3-gallat (ECG) ve epigallokateşin-3-gallat (EGCG) ve gallokateşindir (GC) (Chatterjee vd., 2018). Toplam kateşin içeriğinin %50-80'ini temsil eden epigallokateşin-3-gallat (EGCG), yeşil çayın en bol bulunan kateşinidir. Ayrıca bu kateşin yeşil çayın en biyoaktif bileşeni olarak kabul edilir (Rains vd., 2011). Yüksek miktarda yeşil çayda bulunan bu kateşinler yeşil çaya acılık ve buruk bir tat vermektedir (Giritlioğlu, 2020). Ek olarak yeşil çay, kafein, teaflavinler, teanin, kuersetin, thearubiginler, mirisetin, kemferol ve gallik asit ve klorojenik asit gibi diğer fenolikleri de içerir (Cho vd., 2020; Rains vd., 2011). Yeşil çay ekstraktında bulunan başlıca kateşinlerin yapısı Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Yeşil çay ekstraktında bulunan başlıca kateşinlerin yapısı (Marhamatizadeh, Ehsandoost ve Gholami, 2013).

Yeşil çay ve içeriğinde bulunan bileşenlerin insan sağlığına birçok fayda sağladığı bilinmektedir. Yeşil çay en az işlenmiş formda olduğu için tüm sağlıklı içerikleri doğal formunda tutmaktadır (Çakmakçı vd., 2019). Yeşil çay kateşinleri ve türevlerinin kardiyovasküler hastalıklara karşı koruma, kolesterolü düşürme, damar sertliğini önleme, böbrek ve karaciğer hastalıklarına karşı koruma ve antikarsinojenik ve anti-obezite etkileri de dahil olmak üzere birçok sağlık yararı sağlamaktadır (Jeong vd., 2018; Lim, 2017; Najgebauer-Lejko, 2014). Ayrıca yeşil çay kateşinlerinin, antikanser, anti-aterosklerotik, antidiyabetik, antiviral, antibakteriyel, antimetabolik sendrom, anti-enfeksiyöz ve nöroprotektif etkileri olduğu bildirilmiştir (Jeong vd., 2018; Zang vd., 2021). Kateşinler gibi çay polifenoliklerinin patojenlerde dahil olmak üzere birçok mikroorganizmaya karşı antimikrobiyal etkiye sahip olduğu bilinmektedir, ancak bu bileşikler laktik asit bakterilerini (LAB) inhibe etmezler (Çakmakçı vd., 2019). Yeşil çayın içeriğinde bulunan kafein ise kılcal damarların genişlemesini sağlamakta, kan akış hızını arttırmakta böylece vücudun yorgunluk hissini giderici ve canlandırıcı etkiler oluşmasını sağlamaktadır (Giritlioğlu, 2020). Ek olarak yeşil çay tüketimi kaygı ve strese karşı etkilidir (Sirotkin ve Kolesarova, 2021).

İnsan sağlığına olumlu etkilerinden dolayı yeşil çay, doğal bir gıda katkı maddesi olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca yeşil çay ekstraktının gıdalara eklenmesi ile gıdanın lezzet ve raf ömrü artırılabilir ve tüketicilere daha sağlıklı bir görüntüye sahip gıdalar sunulabilmektedir (Jeong vd., 2018). Yeşil çay bu olumlu etkilerinden dolayı süt, yoğurt, meyve aromalı sütlü içecekler, fermente süt, probiyotik süt ürünleri ve dondurma karışımlarında kullanılmıştır (Najgebauer-Lejko, 2014; Ünal, Karagözlü, Kınık, Akan ve Akalın, 2018).

2.6. *Lactobacillus gasseri* ve Yeşil Çayın Kullanıldığı Diğer Çalışmalar

Yeşil, beyaz ve siyah çayın laktik asit üretimi ve *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus* spp. canlılığı üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, yoğurt örneklerinin pH, titre edilebilir asitlik ve canlı yoğurt bakterisi sayıları belirlenmiştir. Çaylı yoğurt örneklerinde sade yoğurt örneğine göre daha yüksek pH değerleri görülmüştür. En yüksek pH değeri yeşil çaylı yoğurt örneğinde belirlenmiş ve bunu sırasıyla siyah çaylı yoğurt örneği ve beyaz çaylı yoğurt örneği izlemiştir. Sade yoğurt ile karşılaştırıldığında çaylı örneklerin *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus* spp. canlılığı önemli ölçüde etkilenmemiştir ($p>0.05$) (Muniandy, Shori ve Baba, 2017).

Yeşil, siyah, kırmızı (Pu-erh) ve beyaz çay ekstraktlarının ilave edildiği (%4, 8, 12) başka bir çalışmada hazırlanan probiyotik yoğurtlarda *Lactobacillus acidophilus* La-5 içeren bakteri kullanılmıştır. Probiyotik yoğurt örneklerinin pH, viskozite, duyuşal özellikleri ve rengi üzerine etkisi analiz sonuçlarıyla belirlenmiştir. Probiyotik kültür olarak *Lactobacillus acidophilus* La-5 ilave edilmiştir. pH sonuçlarına, eklenen çay ekstraktının türü ve miktarının az etkili olduğu belirlenmiştir. Viskozite değerleri ise %12 çay ekstraktını içeren örneklerde etkilenmiş, ancak depolama süresinden etkilenmemiştir. Duyusal değerlendirmede en çok %4 yeşil çay ekstresi içeren yoğurt örneğinin kabul edildiği bildirilmiştir (Glibowski vd., 2019).

Başka bir çalışmada, ravent, üzüm çekirdeği, yeşil çay, kekik ve nane ekstraktlarının ilave edildiği yoğurt örneklerinin fizikokimyasal, dokusal, reolojik ve duyuşal özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Kontrol örneklerine göre ekstrakt ilave edilmiş yoğurtların serum ayrılması değerlerinin daha yüksek ve renklerinin daha açık olduğu belirlenmiştir. Kekik ekstraktı içeren yoğurtların sertlik ve tutarlılık gibi doku parametrelerinin değerleri kontrol örneğinden daha yüksektir ve üzüm çekirdeği hariç diğer tüm ekstraktlar ile zenginleştirilmiş örnekler daha yüksek kohezyon ve viskozite değeri göstermişlerdir. Nane ilaveli yoğurt örnekleri en yüksek puanı alarak lezzetli bulunmuştur (Bulut, Tunçtürk ve Alwazeer, 2021).

Yoğurt örneklerine yeşil çay ve yeşil kahve ekstraktları ilave edilen başka bir çalışmada, yoğurtların kimyasal bileşimi, duyuşal değerlendirilmesi ve sıçanlarda komplikasyonlarının azaltılmasına olan etkisi araştırılmıştır. Yeşil çay ve yeşil kahve içeren örneklerin yüksek oranda antioksidan aktivite içerdiği belirlenmiştir. Yeşil çay ve yeşil kahve içeren yoğurtlar kontrol yoğurduna göre duyuşal olarak daha yüksek puan almıştır. Yoğurtlara ilave edilen yeşil çay ve yeşil kahve ekstraktları yoğurtların viskozitesini arttırmaktadır. Obez sıçanların yeşil çay ve yeşil kahve ilave edilen yoğurtlarla beslenmesinin kontrol grubuna kıyasla kilo vermede etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada yeşil çay ve yeşil kahvenin sağlığa faydalı etkileri olduğu belirlenmiştir (Shalaby ve Elhassaneen, 2021).

Çakmakçı vd. (2019)'nin yoğurt örneklerine farklı oranlarda yeşil çay tozu ilave ederek yaptığı çalışmada, yeşil çay ilavesinin *Lactobacillus acidophilus*'un canlılığı ve yoğurt özellikleri üzerine etkisi belirlenmiştir. Süte ilave edilen yeşil çay tozu fermentasyon sırasında yoğurt bakterilerinin canlılığını etkilememiştir. En yüksek *Lactobacillus acidophilus* sayısı % 2 yeşil çay içeren yoğurt örneklerinde belirlenmiştir. Yeşil çay fenolik ve flavanoid bileşiklerinin varlığından dolayı antioksidan özelliklere sahiptir. Duyusal olarak %1 yeşil çay içeren yoğurt örnekleri daha çok beğenilmiştir.

Baltova ve Dimitrov (2014)'un yaptıkları çalışmada, ticari dondurularak kurutulmuş DVS (Direct Vat Set) yoğurt starter kültürlerine (LBB 41-8, LBB 554V ve LBB 435) geleneksel starter kültürler (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*) ve insan kaynaklı *Lactobacillus gasseri* 4/13 suşu yardımcı kültür olarak ilave edilerek yoğurt örnekleri üretilmiştir. Yoğurt örnekleri klasik bir fermantasyon teknolojisi kullanılarak üretilmiştir. 5 °C'de 20 günlük depolama süresi boyunca canlı *L. gasseri* 4/13 hücreleri sayısının 10^6 kob/g kritik değerinin üzerinde olduğunu belirlenmiştir. Duyusal analizler sonucunda 20 günlük depolama sırasında yoğurt örneklerinin tadı ve aromasında herhangi bir olumsuz değişiklik olmadığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak *L. gasseri* 4/13'ün besin ve biyolojik değeri yüksek fermente süt ürünleri üretimi için uygun probiyotik ve kültür özelliklerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Mikky, İbrahim, Elbarbary ve Mohamed (2021)'in yaptıkları çalışmada, *Lactobacillus gasseri* ve bu bakteriden ekstrakte edilmiş bakteriyosinler içilebilir yoğurt üretiminde kullanılmıştır. Tüm yoğurt örnekleri üretim anından bozulma belirtileri tespit edilinceye kadar haftalık olarak titrasyon asitliği, mikrobiyolojik analiz ve duyusal değerlendirme için test edilmiştir. *Lactobacillus gasseri* bakteriyosini içeren içme yoğurdu grubu örneklerinin, en düşük titrasyon asitliğine sahip olduğu belirlenmiştir. *Lactobacillus gasseri* ve ekstrakte edilmiş bakteriyosin ilavesi, içme yoğurdunun raf ömrünü 35 ve 42 güne kadar uzatabilmektedir. Ayrıca bunların eklenmesinin duyusal özellik puanlarını da arttırabileceği belirlenmiştir. Sonuç olarak *Lactobacillus gasseri* ve ekstrakte edilmiş bakteriyosin, incelenen patojenik bakterilere karşı güçlü antibakteriyel aktivite göstermiştir ve uzun raf ömrü ile güvenli gıda muhafazası için kullanılabileceği belirlenmiştir.

Başka bir çalışmada, tek tür probiyotik suş ve karışık tür probiyotik suşlar kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin fizikokimyasal, duyusal, reolojik ve aroma özellikleri karşılaştırılmıştır. Yoğurt örneklerinde *Lactobacillus gasseri* LGZ 1029 (LG), ticari probiyotik *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469 (LGG) ve geleneksel fermantasyon suşları *Streptococcus thermophilus* CGMCC 1.2741 ve *Lactobacillus bulgaricus* CGMCC 1.290 (SL) kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlarda, karışık suş içeren yoğurtların lezzet ve doku özelliklerinin, tek suş içeren yoğurtlara göre daha iyi olduğu belirlenmiştir. *Lactobacillus gasseri* LGZ 1029'un eklenmesi, Herschel-Bulkley reolojik davranış modeli analizi ile gösterildiği gibi psödoplastik davranışı arttırmıştır. LG+SL içeren yoğurtların en yüksek viskozite tutarlılık indeksine, kalınlaşma kabiliyetine sahip olduğu ve en yüksek duyusal

kabul aldığı belirlenmiştir. Ayrıca 57 tane uçucu bileşik yoğurt örneklerinde saptanmıştır. *L. gasseri* LGZ 1029 ilavesi fermantasyon esas olarak ketonlardan etkilenmiştir. Bundan dolayı panalistlerin çoğu LG+SL içeren yoğurtları tercih etmiştir. Sonuç olarak, *L. gasseri* LGZ 1029 kullanılarak yeni özelliklere sahip yoğurdun üretilebileceğini bildirmişlerdir (Zhou vd., 2021).

Yapılan başka bir çalışmada fareler 10 hafta boyunca normal diyet, yüksek sakkaroz diyeti veya *L. gasseri* BNR17 (10^9 veya 10^{10} kob) içeren yüksek sakkaroz diyeti ile beslenmişlerdir. *L. gasseri* BNR17'nin uygulanan farelerin doza bakılmaksızın vücut ağırlığını ve beyaz yağ dokusu ağırlığını önemli ölçüde azaltmıştır. *L. gasseri* BNR17 ile beslenen gruplarda, yağ asidi oksidasyonuna bağlı genlerin mRNA seviyelerinin anlamlı derecede yüksek olduğu ve yağ asidi sentezine bağlı genlerin seviyelerinin, yüksek sükroz diyet grubuna kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir. Glukoz taşıyıcı-4 olan GLUT4'ün ekspresyonu *L. gasseri* BNR17 ile beslenen gruplarda yükselmiştir. *L. gasseri* BNR17 ayrıca serumdaki leptin ve insülin seviyelerini de düşürmüştür. Sonuç olarak, *L. gasseri* BNR17'nin anti-obezite etkilerinin, yağ asidi oksidasyonu ile ilişkili genlerin yüksek ekspresyonuna ve düşük leptin seviyelerine atfedilebileceğini göstermektedir. Ayrıca *L. gasseri* BNR17'nin anti-diyabet aktivitesinin yüksek GLUT4 ve düşük insülin seviyelerine bağlı olabileceğini bildirmişlerdir (Kang vd., 2013).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Yeşil çay katkılı probiyotik yoğurtların üretiminde kullanılan tam yağlı günlük pastörize inek sütü Ak Gıda San. ve Tic. A.Ş.'nden (Pamukova/Sakarya) temin edilmiştir. Pastörize sütler soğuk zincirin kırılmamasına dikkat edilerek uygulama zamanına kadar buzdolabında (+4 °C'de) muhafaza edilmiştir. Yoğurt üretiminde kullanılan sütün enerji ve besin öğeleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Yoğurt üretiminde kullanılan sütün enerji ve besin öğeleri

Enerji ve Besin Öğeleri	100 ml için
Enerji (kJ/kcal)	266/64
Yağ (g)	3.7
-Doymuş yağ (g)	2.4
Karbonhidrat (g)	4.5
-Şekerler (g)	4.5
Protein (g)	3.1
Tuz (g)	0.1

Yeşil çaylı probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan yoğurt kültürü *Streptococcus thermophilus* ve probiyotik kültür *Lactobacillus gasseri*, SFA Arge ve Özel Sağlık Hizmetleri Ltd. Şti.'nden (İstanbul) temin edilmiştir.

Yoğurt üretiminde kullanılan yağsız süt tozu, Gemici Gıda Tic. Ltd. Şti.'nden (Esenler/İstanbul) temin edilmiştir. Yoğurt üretiminde kullanılan yağsız süt tozunun besin değerleri Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Yoğurt üretiminde kullanılan yağsız süt tozunun besin değerleri

Yağsız Süt Tozu	100 gr için
Protein	37
Yağ	1
Enerji	352 kcal
Karbonhidrat (Laktoz)	52

Yoğurt üretiminde kullanılan yeşil çay, Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü'nden (Rize) temin edilmiştir.

Probiyotik yoğurt üretimi ve analizleri, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünün laboratuvarlarında yapılmıştır.

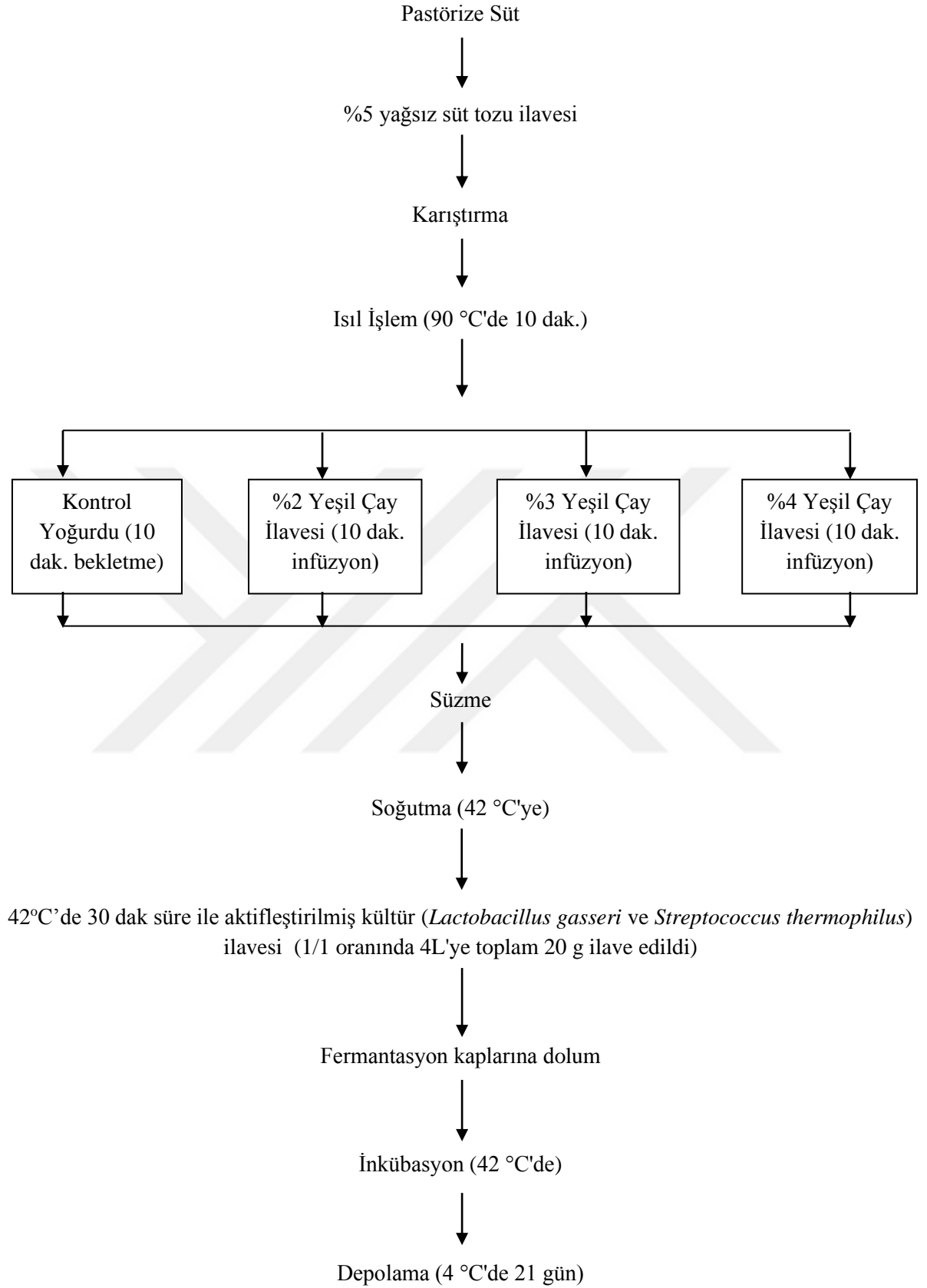
3.2. Metot

3.2.1. Yoğurt Üretimi

4000 ml pastörize süttten 200 ml ayrılarak 42 °C'ye kadar ısıtılıp 1/1 oranında 10 g *Lactobacillus gasserii* ve 10 g *Streptococcus thermophilus* ilave edilerek 42 °C'de 30 dk boyunca kültürün aktifleşmesi sağlanmıştır. 3800 ml süte toplam süttün (4000 ml) %5'i oranında yağsız süt tozu ilave edilerek topaklanma gidene kadar karıştırılmış ve 90 °C'ye ulaşınca kadar ısıtılıp aynı sıcaklıkta 10 dk bekletilmiştir. Süt dört kaba eşit şekilde paylaştırılmış, ilk kaba kontrol yoğurdu için kullanılacak süt alınmıştır. Diğer kaplardaki sütlere %2, %3, %4 oranlarında kurutulmuş yaprak halinde yeşil çay ilave edilmiş ve 10 dk bekletildikten sonra süttü süzme işlemi gerçekleştirilmiştir. Sütlere yoğurt mayalama sıcaklığına gelince (42 °C) aktiveleştirilen kültür sütlere eşit şekilde paylaştırılmıştır. Yoğurt sütlere kültürün homojen halde dağılması için iyice karıştırılmıştır. Ardından analizler için kullanılacak miktarlarda plastik kaplara paylaştırılan yoğurt sütlere 42 °C de inkübatöre alınarak fermentasyona bırakılmıştır. Probiyotik bakteriler yoğurt starter kültürüne kıyasla sütte daha zayıf bir asitlendirme performansına sahip olduğu için pH değerlerinin normal yoğurda göre yüksek olması beklenmektedir (Fazilah vd., 2018). Ayrıca yapılan çalışmalarda yeşil çayın asitlendirme performansının da düşük olduğu belirlendiği için yoğurt örneklerinin

fermantasyonunun 4,65-4,95 pH değerleri arasında tamamlanacağı düşünölmüştür. Fermantasyon 13.5 saat sürmüştür. Fermantasyon süresince düzenli olarak pH ölçümü yapılmıştır. Fermantasyonu tamamlanan yoğurtlar buzdolabı şartlarında (4 °C'de) 21 gün süreyle depolanmıştır. Depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde yoğurtların analizleri yapılmıştır. Yeşil çaylı probiyotik yoğurtların üretimine ait akış şeması Şekil 3.1'de verilmiştir. Örneklerin İsimlendirilmesi, **K:** Kontrol, **2:** %2 Yeşil çay, **3:** %3 Yeşil çay, **4:** %4 Yeşil çay ilave edilmiş yoğurt örnekleri şeklinde yapılmıştır.





Şekil 3.1. Yeşil çaylı probiyotik yoğurtların üretimine ait akış şeması

3.2.2. Probiyotik Yoğurt Örneklerine Uygulanan Analizler

Probiyotik yoğurt örneklerine; pH, titrasyon asitliği, kuru madde, su tutma kapasitesi, serum ayrılması, toplam fenolik madde, mikrobiyolojik ve reolojik analizler yapılmıştır. Depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde analizler tekrarlanmıştır. Duyusal ve renk analizleri depolamanın 1. gününde yapılmıştır. Analizler 3 tekrür halinde gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.1. Fizikokimyasal Analizler

3.2.2.1.1. pH Tayini

Yoğurt örneklerinde pH tampon çözeltileri ile kalibre edilmiş masa üstü ölçüm cihazı (Isolab 616.11.001, Germany) ile pH ölçümü yapılmıştır.

3.2.2.1.2. Titrasyon Asitliği Tayini

10 g yoğurt örneği üzerine damıtık sudan 10 ml ilave edilmiştir. Homojen karışıma %0.5 fenolftalein indikatörü damlatılıp, 0.1 N NaOH ile en az 30 saniye kalıcı pembe renk elde edilene kadar titre edilmiştir. Harcanan NaOH miktarı kaydedilerek, aşağıda verilen formüle (3.1) göre hesaplama yapılmış ve sonuç % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (Kaya, 2015).

$$\% \text{ Asitlik (Laktik asit cinsinden)} = \frac{V \times N \times 0,09 \times 100}{m} \quad (3.1)$$

V: titrasyonda harcanan alkali miktarı (ml)

N: Alkalinin normalitesi

m: alınan örnek miktarı (g)

3.2.2.1.3. Kuru Madde Tayini

Boş kurutma kapları, 105 ± 1 °C'ye ayarlanmış etüvde 30 dakika boyunca sabit ağırlığa gelene kadar bekletilmiştir. Daha sonra kurutma kapları desikatörde soğutulduktan sonra daraları alınmıştır.

Yoğurt örneklerinden 5 g örnek tartılarak kurutma kabının dibine yayılmıştır. Yoğurt örneklerini içeren kaplar, 105 ± 1 °C'ye ayarlanmış etüvde yaklaşık 2 saat süreyle bekletilmiş ve kurutma işlemi yapılmıştır. Kaplar daha sonra desikatöre alınarak soğumaya bırakılmış ve

tam olarak tartımı yapılmıştır. Kaplar etüve ikinci kez konulup ve bu defa 30 dakika yine aynı sıcaklıkta bekletilip, desikatörde soğumaya bırakılarak tartımı yapılmıştır. Yoğurt örneklerinin kuru madde tayini paralel yürütülerek ve hesaplamada paralellerin ortalaması alınarak kuru madde miktarı yüzde olarak aşağıdaki formüle (3.2) göre hesaplanmıştır (AOAC, 2012).

$$\% \text{ Kuru Madde} = [(m_1 - m) / (m_2 - m)] \times 100 \quad (3.2)$$

m: Boş kurutma kabının ağırlığı, (kabın darası) (g)

m₁: Kurutulmuş deney numunesi ile birlikte kabın ağırlığı (g)

m₂: Deney numunesi ile birlikte kabın ağırlığı (g)

3.2.2.1.4. Serum Ayrılması Tayini

25 g yoğurt örneği tartılarak filtre kağıdından süzülüp 4 ° C'de 2 saat bekletildikten sonra ayrılan serum tartılarak bulunmuştur. Serum ayrılması aşağıdaki formüle (3.3) göre hesaplanmıştır (Tamime, Barrantes ve Sword, 1996).

$$\text{Serum Ayrılması} = \frac{V_1 (\text{Sıvı})}{V_2 (\text{Yoğurt})} \times 100 \quad (3.3)$$

V₁: Ayrılan serum miktarı (ml)

V₂: Yoğurt miktarı (g)

3.2.2.1.5. Su Tutma Kapasitesi Tayini

Yoğurt örneklerinden falcon tüplerine 10 g tartılarak 5000 rpm'de 4 °C'de 20 dakika santrifüj edilmiş, ardından süpernatant uzaklaştırılarak pellet tartılmıştır. Su tutma kapasitesi tayini aşağıdaki formüle (3.4) göre hesaplanmıştır (Celik ve Bakirci, 2003).

$$\text{Su Tutma Kapasitesi (\%)} = \frac{(\text{Dara+pelet}) - \text{dara}}{\text{Örnek miktarı}} \times 100 \quad (3.4)$$

3.2.2.1.6. Renk Analizi

Yoğurt numunelerinin renk analizi depolamanın 1. gününde gerçekleştirilmiştir. Renk analizinde Hunter Lab (Konica Minolta CR-5, Japan) model renk ölçüm cihazı kullanılmıştır.

Analiz sonucunda yoğurt numunelerinin L* (parlaklık), a* (+ kırmızı, - yeşil) ve b* (+ sarı, - mavi) değerleri belirlenmiştir.

3.2.2.1.7. Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde içeriği, fenolik bileşiklerin alkali ortamda Folin-Ciocalteu çözeltisi ile verdiği rengin spektrofotometrede ölçümü ile belirlenmiştir. İçerisinde 7,5 ml saf su bulunan deney tüplerine 100 µl yoğurt örneği ve 500 µl Folin-Ciocalteu ayracı ilave edilerek çalkalanmış ve 3 dakika beklenmiştir. Daha sonra 0,25 ml doygun Na₂CO₃ çözeltisinden 1 ml ilave edilerek saf suyla 10 ml'ye tamamlanmıştır. Yoğurt örnekleri 1-1,5 saat karanlık ortamda bekletilmiştir. Daha sonra spektrofotometre'de (Shimadzu Corporation UV-1208, Japan) 720 nm'de şahide göre yoğurt numunelerinin okumaları gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem Singleton, Orthofer ve Lamuela-Raventós (1999)'un yöntemleri modifiye edilerek kullanılmıştır. Sonuçlar galik asit cinsinde mg/kg olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.2. Mikrobiyolojik Analizler

8,5-9 gr NaCl 1000 ml saf su içerisinde çözüldürülerek fizyolojik tuzlu su hazırlanmıştır. Deney tüplerine hazırlanan fizyolojik tuzlu sudan 9'ar ml ilave edip 121 °C'de 15 dk süreyle otoklavda sterilize edilmiştir. Mikrobiyolojik analizler için otoklavda sterilize edilen fizyolojik tuzlu su bulunan tüplerin içerisine 1 g yoğurt örneği ilave edilmiş ve seyreltilerek dilüsyon sıvıları hazırlanmıştır (Mutlu, 2019; Tosun, 2007).

3.2.2.2.1. *Lactobacillus gasseri* Sayımı

Lactobacillus gasseri sayımı için De Man, Rogosa ve Sharpe Agar (MRS Agar) hazır besiyeri (Diatek, hypet media) kullanılmıştır. Yoğurt örnekleri 10⁻¹ den 10⁻⁸'e kadar seyreltme işlemi yapılarak, yayma yöntemiyle ekim yapılmıştır. Ardından petri kapları anaerobik ortamda %5 CO₂'li inkübatöre (Panasonic MCO-170AICUV, Japan) 37 °C'de 48 saat boyunca inkübasyon işlemine tabii tutulmuş ve gelişen koloniler sayılıp elde edilen sonuç kob/g olarak belirtilmiştir (Rybka ve Kailasapathy, 1996).

3.2.2.2.2. *Streptococcus thermophilus* Sayımı

Streptococcus thermophilus sayısının belirlenmesinde M17-Agar hazır besiyeri (Diatek, hypet media) kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan 0,1 ml alınarak petri kabına yayma yöntemiyle ekim işlemi yapılmıştır. Petri kapları, 37 °C'de 48 saat aerobik ortamda

inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon işlemi sonucunda oluşan yuvarlak koloniler sayılarak gramda *S. thermophilus* sayısı kob/g olarak belirlenmiştir (Rybka ve Kailasapathy, 1996).

3.2.2.3. Reolojik Analizler

Yoğurt örneklerinin reolojik özellikleri, bir koni ve plaka sensörü (40 mm çap ve 0,500 mm boşluk ayarı) ile donatılmış TA Discover reometre (TA DHR-2, ABD) kullanılarak depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde belirlenmiştir. Numuneler, bir spatula ile 10 kez hafifçe karıştırılmış ve 2 ml'lik bir numuneyi reometre plakasına yerleştirmeden önce oda sıcaklığına (20 °C) dengelenmesine izin verilmiştir. Her numune için, bağımsız olarak tekrarlanan ölçümler alınmış ve veri işleme, bir TA yazılım paketi kullanılarak yapılmıştır. Reolojik analizler, yoğurtların özelliklerini ölçmek için uygun modellerle TA reometre Veri Analiz yazılımı (V3.0) ile test edilmiştir.

İlk olarak yoğurt örneklerinin akış davranışını karakterize etmek için tiksotropi testleri uygulanmıştır. Daha sonra, 200 s içinde (yukarı doğru akış eğrisi) 0'dan 100 s'ye kadar artan kayma hızlarında kayma gerilimi kaydedilmiştir. Akış davranışını modellemek için, yukarı akış eğrisinde elde edilen ortalama veriler Herschel-Bulkley modeli modifiye edilerek uygulanmıştır (Benezech ve Maingonnat, 1994).

$$\sigma = \sigma_0 + K\dot{\gamma}^n \quad (3.5)$$

σ = kesme gerilimi (Pa),

K = kıvam indeksi (Pa.s),

n = akış davranışı indeksi (boyutsuz)

$\dot{\gamma}$ = shear rate (1/s)

σ_0 = akma gerilimi (Pa).

Yoğurdun viskoelastik özelliklerini karakterize etmek için akış davranışı değerlendirmesinin ardından dinamik salınım testleri yapılmıştır. 0,01 ile 100 Hz arasındaki frekans taramaları daha sonra dinamik kompleks viskoziteyi (η^*), depolama modülünü (G'), kayıp modülünü (G'') elde etmek için LVR içinde %1 Pa'lık sabit bir kesme stresinde gerçekleştirilmiştir (Hassan, Ipsen, Janzen ve Qvist, 2003).

3.2.2.4. Duyusal Analizler

Depolamanın 1. günü yoğurt örneklerine duyusal değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirmede Çizelge 3.3'de verilen değerlendirme formu kullanılmıştır.

Yoğurtların duyusal olarak değerlendirilmesi için TNKÜ Gıda Mühendisliği bölümünden seçilen 6 kişilik bir panelist grubu oluşturulmuştur. Yoğurt örneklerinin "Görünüş", "Renk", "Tat", "Koku", "Kaşıkla Kıvam", "Ağızda Kıvam" ve "Genel Kabul Edilebilirlik" özellikleri bakımından panel grupları tarafından her bir özellik için 1-9 arası puan vermeleri istenmiştir.



Çizelge 3.3. Duyusal değerlendirme formu

Duyusal Değerlendirme Formu				
Panelist Adı Soyadı:		Tarih:/...../.....		
Duyusal Özellikler	Yoğurt Numuneleri			
	K	2	3	4
Görünüş				
Renk				
Tat				
Koku				
Kaşıkla Kıvam				
Ağızda Kıvam				
Genel Kabul Edilebilirlik				

Puanlama

9: Çok Fazla Beğendim

8: Çok Beğendim

7: Orta Derecede Beğendim

6: Az Beğendim

5: Ne Beğendim Ne De Beğenmedim

4: Biraz beğenmedim

3: Orta Derecede Beğenmedim

2: Çok Beğenmedim

1: Hiç Beğenmedim

3.2.2.5. İstatistiksel Analizler

Depolama günlerinin artması ve farklı oranlarda yeşil çay eklenmesi nedeniyle örnekler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak test edilmiştir. Duyusal ve renk analizi sonuçlarının değerlendirilmesi sırasında gruplar arasındaki fark tek yönlü ANOVA analizi kullanılarak belirlenmiştir. Fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve reolojik analiz sonuçlarının değerlendirilmesi sırasında gruplar arasındaki fark tek değişkenli genel doğrusal model prosedürü kullanılarak belirlenmiştir. Farklılığın derecesini belirlemek için DUNCAN çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Değerlendirmede SPSS istatistik yazılım programının (versiyon 18; SPSS, Inc., Chicago, IL, ABD) kullanılmıştır (Düzgüneş, Kesici, Kavuncu ve Gürbüz, 1978).



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

4.1.1. Fermantasyon ve Depolama Süresince pH Değişimi

Yoğurt üretiminde kullanılan yoğurt kültürü ve probiyotik bakteriler, fermantasyonu sağlamak amacıyla ortamda bulunan laktozu hidrolize ederek laktik asit oluşturmaları sonucu pH belli bir değere düşüp kazeini pıhtılaştırmakta ve yoğurdun jel yapısını oluşturmaktadır (Balatı, 2015; Mutlu, 2019). Ayrıca ürünün reolojik özelliklerinde, aroma oluşmasında, ürün kalitesinde ve depolama süresinin belirlenmesinde asitlik gelişimi önemlidir (Balatı, 2015). Fermantasyon sırasında kullanılan mikroorganizmaların cins, tür ve suş özellikleri ile birlikte üründeki mevcut oranları, pH değerinin hızlı ya da yavaş bir şekilde azalmasında büyük bir etkiye sahiptir (Ersan ve Topçuoğlu, 2019).

Fermantasyon süresi boyunca yoğurt örneklerinin pH değişimi düzenli olarak takip edilmiştir. Fermantasyon sonucunda yeşil çaylı yoğurt örneklerinin pH düşüşünün kontrol yoğurduna göre daha yavaş olduğu ve fermantasyonun kontrol yoğurduna göre daha yüksek pH değerlerinde tamamlandığı gözlemlenmiştir. Bundan dolayı, yeşil çay içeren yoğurt örneklerinin fermantasyonu kontrol yoğurduna göre daha geç tamamlanmıştır. Yeşil çaylı örneklerin pH değerinin yüksek olmasının nedeninin, çay yapraklarında bulunan bazı bileşenlerin yoğurt bakterilerinin büyümesi ve metabolizması üzerinde inhibe edici etkiye neden olabilmesidir (Muniandy vd., 2017). Ayrıca yoğurt örneklerinin pH değerlerinin normal yoğurda göre yüksek olmasının nedeni, probiyotik bakterilerin yoğurt starter kültürüne kıyasla sütte daha zayıf bir asitlendirme performansına sahip olmasıdır (Fazilah vd., 2018). Yoğurt örneklerinin fermantasyon süresince ölçülen pH değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Yoğurt örneklerinin fermantasyon süresince pH değerleri

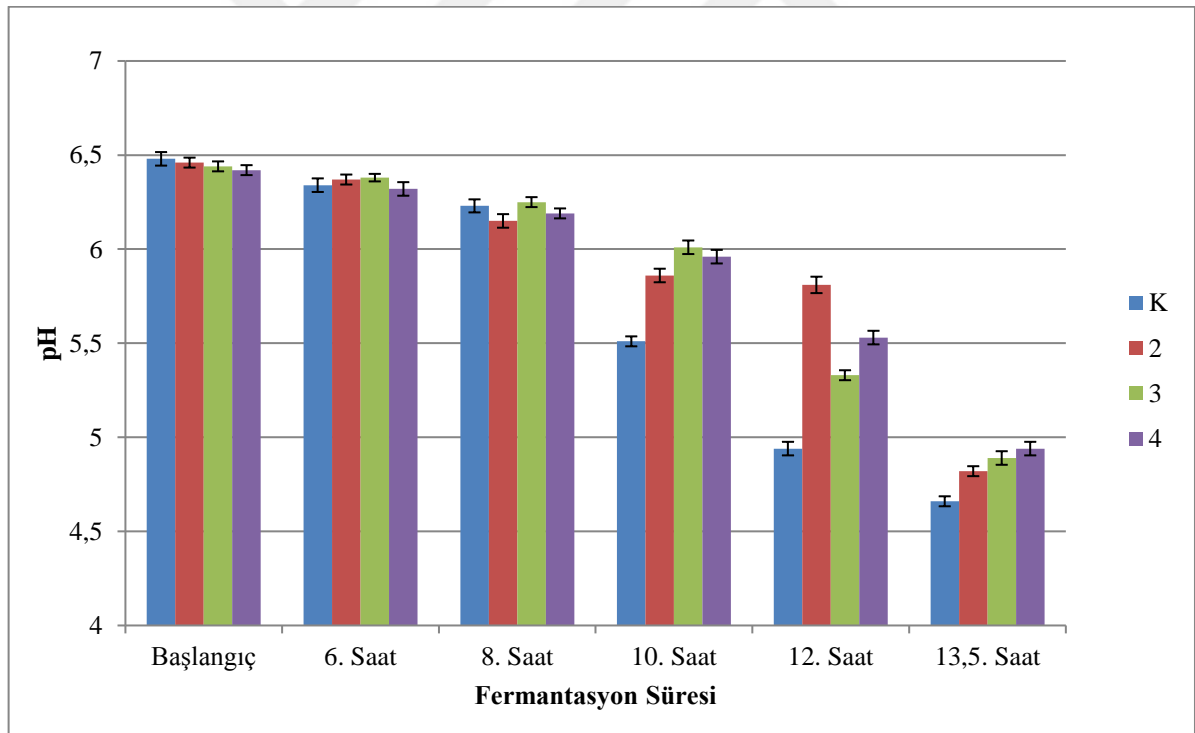
Örnekler	Başlangıç	6. Saat	8. Saat	10. Saat	12. Saat	13,5. Saat
K	6,48±0,04 ^{Aa}	6,34±0,04 ^{Ab}	6,23±0,03 ^{Ac}	5,51±0,03 ^{Cd}	4,94±0,04 ^{De}	4,66±0,03 ^{Cf}
2	6,46±0,03 ^{ABa}	6,37±0,03 ^{Ab}	6,15±0,04 ^{Bc}	5,86±0,04 ^{Bd}	5,81±0,04 ^{Ae}	4,82±0,03 ^{Bf}
3	6,44±0,03 ^{ABa}	6,38±0,02 ^{Ab}	6,25±0,03 ^{Ac}	6,01±0,04 ^{Ad}	5,33±0,03 ^{Ce}	4,89±0,04 ^{Af}
4	6,42±0,03 ^{Ba}	6,32±0,04 ^{Ab}	6,19±0,03 ^{ABc}	5,96±0,04 ^{Ad}	5,53±0,04 ^{Be}	4,94±0,04 ^{Af}

***K**: Kontrol, **2**: %2 Yeşil çay, **3**: %3 Yeşil çay, **4**: %4 Yeşil çay ilave edilmiş yoğurt örnekleri

*a,b,c,d,e,f: Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin fermantasyon saatleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir ($p < 0,05$).

*A,B,C,D: Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı fermantasyon saatlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p < 0,05$).

Yoğurt örneklerinin fermantasyon süresince pH değişimi Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Yoğurt örneklerinin fermantasyon sürecinde pH değişimi

Zhou vd. (2021)'nin yaptığı çalışmada, tek tür probiyotik suş ve karışık tür probiyotik suşlar kullanılarak üretilen yoğurt örnekleri karşılaştırılmıştır. Yoğurt örneklerinin fermantasyon sırasındaki pH değerleri, özellikle 4 saat sonra pH'ı 4,5'in altında olan LG+SL (*Lactobacillus gasseri* LGZ 1029 ile *Streptococcus thermophilus* CGMCC 1.2741 ve

Lactobacillus bulgaricus CGMCC 1.290), LGG+SL (*Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469 ile *Streptococcus thermophilus* CGMCC 1.2741 ve *Lactobacillus bulgaricus* CGMCC 1.290) ve SL (*Streptococcus thermophilus* CGMCC 1.2741 ve *Lactobacillus bulgaricus* CGMCC 1.290) numunelerinde önemli ölçüde düştüğü belirlenmiştir. Sadece *Lactobacillus gasseri* LGZ 1029 içeren örnek ile sadece *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469 içeren örneğin pH değerlerinin, diğer örneklere göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin fermantasyonları 8 saatte tamamlanmıştır.

Shokery, El-Ziney, Yossef ve Mashaly (2017)'nin yeşil çay veya moringa yaprağı ekstraktlarının ilave edilerek biyo-yoğurtların üretildiği çalışmada, yoğurt üretiminde kültür olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kullanılmıştır. Kontrol, %1 oranında yeşil çay ve %0,9 oranında moringa yaprağı ekstraktları ilave edilerek üretilen yoğurt örneklerinin fermantasyon süresi boyunca (4 saat) pH değerleri fermantasyonun 2. saatinden sonra daha hızlı olmak üzere 6,5'ten 4,80'e düşmüştür. Fermantasyon süresince örneklerin pH değerleri arasında önemli bir fark görülmemiştir. Depolama sonunda pH değerleri kontrol, yeşil çay ve moringa yoğurtlarında sırasıyla 4,3, 4,31 ve 4,28'e kadar kademeli olarak düşmüştür.

Bu çalışmalardaki fermantasyon süresi boyunca pH değerleri sonuçlarının bizim çalışmamızdakilerle benzer olduğu belirlenmiştir.

Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinin pH değerleri 4,34 ile 4,76 arasında değişmiştir. Depolama süresince yoğurtların pH değerleri incelendiğinde en düşük pH değerinin depolamanın 7. gününde kontrol örneğinde, en yüksek pH değerinin ise depolamanın 14. gününde %3 yeşil çay içeren örnekte olduğu belirlenmiştir.

Depolama süresince yeşil çay içeren örneklerin pH değerinin kontrol örneğine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin depolama süresince pH değişimi Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Yoğurt örneklerinin depolama boyunca pH değerleri

Örnekler	1. gün	7. gün	14.gün	21. gün
K	4,44±0,04 ^{Bb}	4,34±0,04 ^{Bc}	4,55±0,04 ^{Ba}	4,45±0,04 ^{Cb}
2	4,46±0,05 ^{ABc}	4,61±0,04 ^{Ab}	4,71±0,04 ^{Aa}	4,70±0,04 ^{ABa}
3	4,49±0,04 ^{ABc}	4,62±0,03 ^{Ab}	4,73±0,04 ^{Aa}	4,73±0,03 ^{Aa}
4	4,53±0,03 ^{Ac}	4,58±0,03 ^{Ac}	4,76±0,04 ^{Aa}	4,66±0,04 ^{Bb}

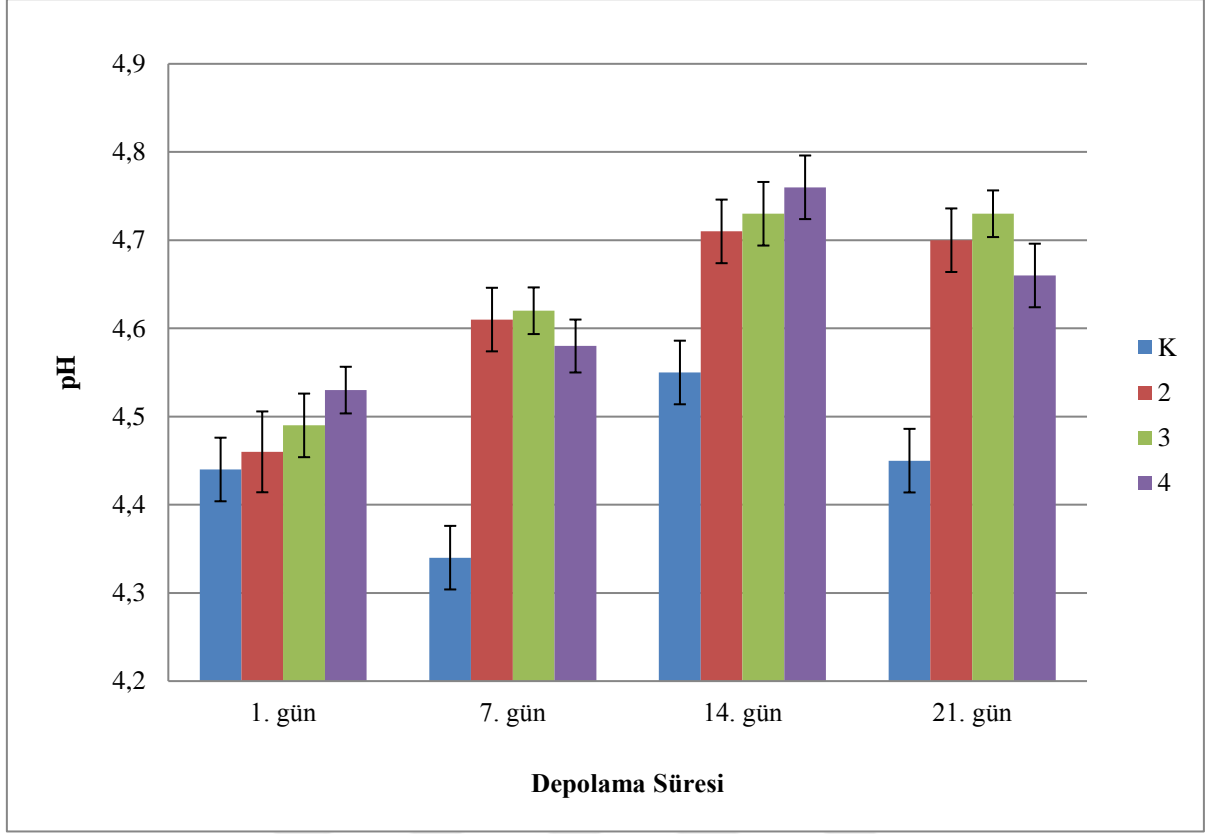
*a,b,c: Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir ($p<0,05$).

*A,B,C: Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p<0,05$).

Yoğurt örneklerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre, %3 yeşil çay içeren yoğurt örneğinin 14. ve 21. gün pH değerlerinin istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. %4 yeşil çay içeren yoğurt örneğinin ise 1. ve 7. günü ölçülen pH değerleri istatistiksel olarak birbiriyle benzerlik göstermektedir.

Depolama günlerine göre yoğurt örneklerinin pH değerleri değişimi incelendiğinde, kontrol örneğinde azalma artma şeklinde bir eğilim gözlemlenmiştir. Kontrol örneğinin 1. ve 7. gün pH değerlerinin istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. %2 yeşil çay içeren örnekte pH değeri genel olarak artma eğilimi göstermiştir. 14. ve 21. gün değerlerinin istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. %3 yeşil çay içeren örnekte pH değeri genel olarak artma eğilimi göstermiştir. 14. ve 21. gün değerlerinin istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. %4 yeşil çay içeren örnekte 1. ve 7. gün değerlerinin istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. Tüm yoğurt örneklerinde pH değerleri bakımından depolama günleri arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki pH değerleri değişimi incelendiğinde, 1. günde %2 ve %3 yeşil çay içeren örnekler istatistiksel olarak birbiriyle benzer bulunmuştur. 7. ve 14. günde %2, %3 ve %4 yeşil çay içeren örnekler istatistiksel olarak birbiriyle benzer bulunmuştur. 21. günde pH değerleri bakımından tüm yoğurt örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Tüm depolama günlerinde pH değerleri bakımından yoğurt örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).



Şekil 4.2. Yoğurt örneklerinin depolama süresince pH değişimi

Muniandy vd. (2017)'nin yaptığı çalışmada %2 oranında yeşil, beyaz ve siyah çay içeren yoğurt örnekleri üretilmiştir. Bu örneklerin üretiminde starter kültür olarak *Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Bb-12, *Lactobacillus casei* LC-01, *Streptococcus thermophilus* Th-4 ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* bakterileri 4:4:1:1:1 oranlarında karıştırılarak üretilmiş DVS (Direct Vat Set) yoğurt starter tozu kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre tüm yoğurt örneklerinin pH değerlerinin sade yoğurttan daha yüksek olduğu ve bunun nedeninin de çay yapraklarında bulunan bazı bileşenlerin yoğurt bakterilerinin büyümesi ve metabolizması üzerinde inhibe edici etkiye neden olabileceğini düşünmüşlerdir.

Najgebauer-Lejko (2014)'nün yaptığı çalışmada ise %5, %10 ve %15 oranlarında yeşil çay içeren biyoyoğurtlar ve asidofilus sütleri üretilmiştir. Biyoyoğurtlara starter olarak *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Bb-12 bakterilerinin içerdiği ABT-1 kültürü kullanılmıştır. Asidofilus sütlerinin üretiminde ise saf *Lactobacillus acidophilus* LA-5 kültürü kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre üretilen biyoyoğurtların ve asidofilus sütlerinin pH değerlerinin yeşil çay ilavesi yüksek olan örneklerde biraz daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Glibowski vd. (2019), yaptığı çalışmada %4, %8 ve %12 oranında siyah, kırmızı, yeşil ve beyaz çay ilave edilerek yoğurt örnekleri üretilmiştir. Yoğurt örnekleri üretiminde DVS ABT-1 kültürü (*Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 ve *Streptococcus thermophilus* TH-4) kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre çay oranlarının pH değerlerini önemli ölçüde değiştirmedeği fakat depolama süresinin yoğurtların pH'sını önemli ölçüde etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Yeşil çaylı yoğurt örneklerinin 3. gün pH değerlerinin 4,68-4,71 aralığında, 7. gün değerlerinin 4,89-4,94 aralığında ve 14. gün değerlerinin ise 4,87-4,98 aralığında olduğunu bildirmişlerdir.

Çakmakçı vd. (2019)'nin yaptığı çalışmada *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* içeren kontrol yoğurdu, *Lactobacillus acidophilus* içeren probiyotik yoğurt ve *Lactobacillus acidophilus* ile birlikte %1 ve %2 yeşil çay tozu içeren yoğurt örnekleri üretilmiştir. Depolama süresince yeşil çay tozu ilavesi arttıkça pH değerinde artış gözlemlenmiştir. Yoğurt örneklerindeki pH değerleri sırasıyla: Probiyotik + %2 yeşil çay tozu > probiyotik + %1 yeşil çay tozu > kontrol > probiyotik içeren yoğurt örnekleri şeklinde belirlenmiştir.

Ünal vd. (2018)'nin yaptığı çalışmada %2 ve %4 oranında yeşil ve siyah çay ilaveli içilebilir yoğurt üretilmiştir. Yoğurt kültürü olarak dondurularak kurutulmuş formda *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kombinasyonu kullanılmıştır. Kontrol içme yoğurdu ve %4 yeşil çay içeren örneğin pH değerleri saklama süresi sonunda düşmüştür. Depolama süresince kontrol örneği en düşük pH değerlerine, yeşil çay ilaveli örnekler ise genellikle daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlar Muniandy vd. (2017), Najgebauer-Lejko (2014), Glibowski vd. (2019), Çakmakçı vd. (2019) ve Ünal vd. (2018)'nin yapmış oldukları çalışmalarda elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Lim (2017)'in yaptığı çalışmada yoğurt örneklerine %0,5, %1, %2 ve %5 oranında yeşil çay ilave edilerek yoğurt örnekleri üretilmiştir. *L. acidophilus* D11'li yeşil çay yoğurdunun pH değerlerinin, *L. fermentum* D37'li yeşil çay yoğurdunun pH değerlerinden düşük olduğu belirlenmiştir. Yeşil çay miktarı arttıkça *L. acidophilus* D11 ile fermente edilen yoğurdun pH değerininin 4,90'dan 4,59'a azaldığı gözlemlenmiştir. Ancak *L. fermentum* D37 ile fermente edilen yoğurdun pH değeri yeşil çay oranınının artışı ile 5,11'den 5,20'ye yükselmiştir. Bu çalışmadaki sonuçların bizim çalışmamızdaki sonuçlardan farklı olmasının nedeni,

muhtemelen kullanılan *L. acidophilus* D11 ile *L. fermentum* D37 kültürlerinden kaynaklanmaktadır.

Chatterjee vd. (2018)'nin yaptığı çalışmada, %2 oranında yeşil çay ve %9 oranında çikolata şurubu ile demlenen ve %3 oranında balla karıştırılan çift tonlu sütün fermantasyonu ile yoğurt örneği geliştirilmiştir. Çift tonlu süt, değişik oranlarda manda sütü, su ve yağsız süt tozuyla birlikte hazırlanmaktadır. Bu süt %1,5 yağ içeriğine ve %10 yağsız katı madde içeriğine sahiptir (Khurody, t.y.). Elde edilen sonuçlara göre, bu yoğurt örneğinin ve kontrol örneğinin pH değeri hazırlık gününden 21. güne kadar azalış göstermiştir. pH değerindeki bu düşüş muhtemelen yeşil çay ve balın antimikrobiyal özelliklerinden kaynaklandığını belirlemişlerdir (Chatterjee vd., 2018). Bu çalışmadaki pH değerinin bizim çalışmamızdaki değerlerden düşük olmasının nedeni, yoğurt örneğine yeşil çay dışında bal gibi içeriklerin de eklenmesi olabilir.

Shokery vd. (2017)'nin yeşil çay veya moringa yaprağı ekstraktlarının ilave edilerek biyo-yoğurtların üretildiği çalışmada, yoğurt üretiminde kültür olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kullanılmıştır. %1 oranında yeşil çay içeren yoğurt örneğinin inkübasyon sırasında düşürülen pH'sı, inkübasyondan sonra 4.60 ± 0.05 'e düşerken depolama süresince pH değeri önemli ölçüde azalmadığı belirlenmiştir. 15 günlük depolama sonunda yeşil çay ilaveli yoğurdun pH değeri kademeli olarak 4,31'e düştüğü gözlemlenmiştir. Bu çalışma sonuçlarının bizim çalışma sonuçlarından farklı olmasının nedeni muhtemelen kullanılan yoğurt kültürleridir. *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* yoğurt kültürlerinin kullanımı depolama süresince pH değerlerinin düşmesine neden olmuştur. Ayrıca kullanılan yeşil çay miktarı da bizim çalışmamızdaki miktardan az olduğu için pH değeri daha düşük olduğu düşünülmektedir.

Baltova ve Dimitrov (2014)'un yaptıkları çalışmada, ticari dondurularak kurutulmuş DVS (Direct Vat Set) yoğurt starter kültürlerine (LBB 41-8, LBB 554V ve LBB 435), geleneksel starter kültürler (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*) ve insan kaynaklı *Lactobacillus gasseri* 4/13 suşu yardımcı kültür olarak ilave edilerek yoğurt örnekleri üretilmiştir. 24 saatlik depolama sonunda yoğurt örnekleri 4,70-4,69 pH değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. pH değerleri depolama süresince azalma göstermiş, ancak 21 gün sonra hala pH 4,38-4,32 aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada *Lactobacillus gasseri* 4/13 suşu ilave edilen örneklerde 24 saatlik depolama

süresince pH değerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre *Lactobacillus gasseri* 4/13 suşuna ek olarak yoğurt örneklerine yeşil çay ilave edilerek bizim çalışmamızdaki sonuçlara benzer sonuçlara ulaşılabileceği düşünülmektedir.

4.1.2. Titrasyon Asitliği

Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri %1,00 ile %1,24 arasında değişmiştir. Depolama süresince yoğurtların titrasyon asitliği değerleri incelendiğinde en düşük titrasyon asitliği değerinin (%1,00) depolamanın 7. gününde %4 yeşil çay içeren örnekte, en yüksek titrasyon asitliği değerinin (%1,24) ise depolamanın 21. gününde kontrol örneğinde olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada, kontrol yoğurdunun titrasyon asitliği değeri genel olarak yeşil çaylı yoğurt örneklerine göre biraz yüksek değerde olduğu bulunmuştur. Yoğurt örneklerinin depolama süresince titrasyon asitliği değerleri Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Yoğurt örneklerinin depolama süresince titrasyon asitliği değerleri (% laktik asit)

Örnekler	1. gün	7. gün	14. gün	21. gün
K	1,13±0,01 ^{Ab}	1,20±0,01 ^{Aa}	1,22±0,02 ^{Aa}	1,24±0,02 ^{Aa}
2	1,15±0,01 ^{Aa}	1,10±0,02 ^{Bb}	1,13±0,02 ^{Bab}	1,14±0,02 ^{Ba}
3	1,17±0,04 ^{Aa}	1,04±0,02 ^{Cc}	1,11±0,03 ^{Bb}	1,10±0,02 ^{Cbc}
4	1,08±0,02 ^{Ba}	1,00±0,02 ^{Db}	1,03±0,02 ^{Cb}	1,11±0,02 ^{BCa}

*a,b,c: Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir ($p<0,05$).

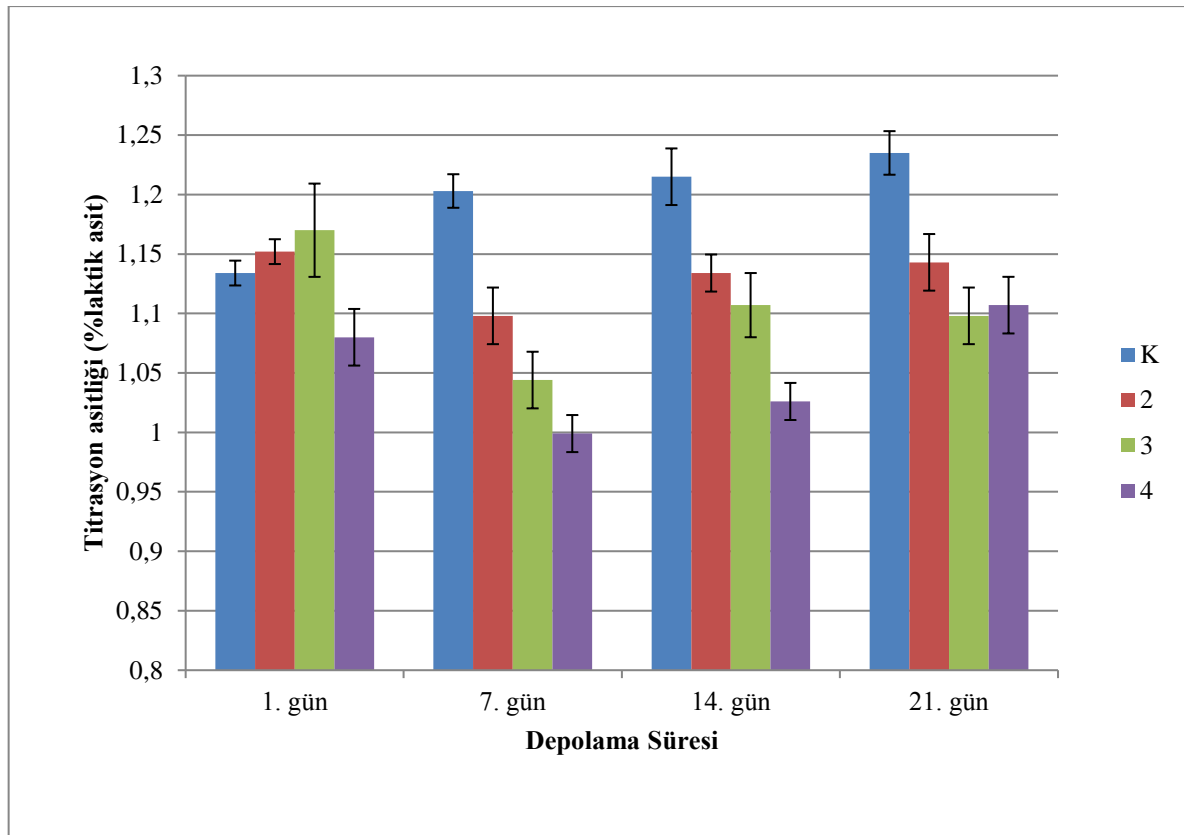
*A,B,C,D: Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p<0,05$).

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçlarına göre, kontrol yoğurt örneğinin 7. 14. ve 21. gün titrasyon asitliği değerleri birbiriyle benzerlik göstermektedir ve 1. gün değerleriyle kıyaslandığında görülen bu değişim istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Depolama günlerine göre yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri değişimi incelendiğinde, kontrol örneğinde düzenli bir artış gözlemlenmiştir ve 7., 14. ve 21. gün değerleri istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. %2 yeşil çay içeren örnekte 1. ve 21. gün değerleri istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. %4

yeşil çay içeren örnekte ise 1. ve 21. gün değerleri ile 7.ve 14. gün değerleri kendi aralarında istatistiksel olarak benzerlik göstermiştir. Tüm yoğurt örneklerinde titrasyon asitliği değerleri bakımından depolama günleri arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki titrasyon asitliği değerleri değişimi incelendiğinde, 1. günde kontrol, %2 ve %3 yeşil çay içeren örnekler istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. 14. günde %2 ve %3 yeşil çay içeren örnekler istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. Tüm depolama günlerinde titrasyon asitliği değerleri bakımından yoğurt örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).



Şekil 4.3. Yoğurt örneklerinin depolama süresince titrasyon asitliği değişimi (% laktik asit)

Yoğurdun titrasyon asitliği değerleri Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Tebliği'nde belirtilen (laktik asit olarak ağırlıkça %) en az %0,6 ve en fazla %1,5 arasında olmalıdır (Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği, 2009). Analiz sonuçlarına göre yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerinin tebliğe uygun olduğu tespit edilmiştir.

Najgebauer-Lejko (2014)'nın yaptığı çalışmada %5, %10 ve %15 oranlarında yeşil çay içeren biyoyoğurtlar ve asidofilus sütleri üretilmiştir. Biyoyoğurtlara starter olarak

Streptococcus thermophilus, *Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Bb-12 bakterilerinin içerdiği ABT-1 kültürü kullanılmıştır. Asidofilus sütlerinin üretiminde ise saf *Lactobacillus acidophilus* LA-5 kültürü kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre yeşil çay içeren biyoyoğurtların ve asidofilus sütlerinin titrasyon asitliği değerlerinin yeşil çay ilavesi yüksek olan örneklerde daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Mikky vd. (2021)'nin yaptığı çalışmada, *Lactobacillus gasseri* ve bu bakteriden ekstrakte edilmiş bakteriyosinler içilebilir yoğurt üretiminde kullanılmıştır. *Lactobacillus gasseri* bakteriyosini içeren içilebilir yoğurt grubu örneklerinin, en düşük titrasyon asitliğine sahip olduğu belirlenmiştir. 42 günlük depolama süresi boyunca titrasyon asitliği değerlerinde artış gözlemlenmiş ve bu değer 0,75 ile 2,12 arasında değişiklik göstermiştir. *Lactobacillus gasseri* içeren içilebilir yoğurt grubu örnekleri 35 günlük depolama süresince titrasyon asitliği değerlerinde artış gözlemlenmiş ve bu değer 0,78-1,68 arasında değişiklik olduğu gözlemlenmiştir. Kontrol yoğurdunun titrasyon asitliği değerleri diğer yoğurt örneklerine göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Depolama süresi arttıkça titrasyon asitliğinde artış gözlemlenmiştir. 21 günlük depolamada 0,85 ile 1,57 arasında değer aldığı belirlenmiştir.

Zhou vd. (2021)'nin yaptığı çalışmada, tek tür probiyotik suş ve karışık tür probiyotik suşlar kullanılarak üretilen yoğurt örnekleri karşılaştırılmıştır. Yoğurt örneklerinde *Lactobacillus gasseri* LGZ 1029 (LG), ticari probiyotik *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469 (LGG) ve geleneksel fermantasyon suşları *Streptococcus thermophilus* CGMCC 1.2741 ve *Lactobacillus bulgaricus* CGMCC 1.290 (SL) kullanılmıştır. Titrasyon asitliği değerleri karşılaştırıldığında fermantasyon sonucunda sadece LG ve sadece LGG içeren yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri LG+SL, LGG+SL ve SL' e göre daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlar Najgebauer-Lejko (2014), Mikky vd. (2021) ve Zhou vd. (2021)'nin yapmış oldukları çalışmalarda elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Chatterjee vd. (2018)'nin yaptığı çalışmada, %2 oranında yeşil çay ve %9 oranında çikolata şurubu ile demlenen ve %3 oranında balla karıştırılan çift tonlu sütün fermantasyonu ile yoğurt örneği geliştirilmiştir. Bu örneğin ve kontrol örneğinin titrasyon asitliği değeri hazırlık gününden 21. güne kadar artış göstermiştir. Titrasyon asitliği değerindeki genel artış muhtemelen yeşil çay ve balın antimikrobiyal özelliklerinden kaynaklandığını

belirlemişlerdir. Bu çalışmadaki titrasyon asitliği değerinin bizim çalışmamızdaki değerlerden yüksek ve depolama süresince artış göstermesinin nedeni, yoğurt örneğine yeşil çay dışında bal gibi içeriklerin de eklenmesi olabilir.

Shokery vd. (2017)'nin yeşil çay veya moringa yaprağı ekstraktlarının ilave edilerek biyoyoğurtların üretildiği çalışmada, yoğurt üretiminde kültür olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kullanılmıştır. %1 oranında yeşil çay ilave edilen yoğurtların titre edilebilir asitlik değeri ilk gün $0,70 \pm 0,02$ ve depolamanın sonunda $1,1 \pm 0,05$ seviyesine yükseldiği için pH ile ters ilişki gösterdiği belirlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan yoğurt kültürlerinden birinin farklı ve kullanılan yeşil çay miktarı da az olmasından dolayı titrasyon asitliği değerlerinin bizim çalışmamızdan daha yüksek olduğu düşünülmektedir.

Lim (2017)'nin yaptığı çalışmada yoğurt örneklerine %0,5, %1, %2 ve %5 oranında yeşil çay ilave edilerek yoğurt örnekleri üretilmiştir. *L. acidophilus* D11 ile hazırlanan sade yoğurdun titre edilebilir asitliği (%0,62) *L. fermentum* D37 ile hazırlanan yeşil çay ilavesiz örnekle (%0,64) benzer sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Yeşil çay miktarı arttıkça *L. acidophilus* D11 ile fermente edilen yoğurdun titre edilebilir asitliği değerinde artış (%0,77'den %1,10'a) gözlemlenmiştir. Ancak *L. fermentum* D37 ile fermente edilen yoğurdun titre edilebilir asitliği değerinin yeşil çay ilave edilmesinden önemli derecede etkilenmediği (%0,64'den %0,70'e) belirlenmiştir. Bu çalışmadaki sonuçların bizim çalışmamızdaki sonuçlardan farklı olmasının nedeni, muhtemelen kullanılan *L. acidophilus* D11 ile *L. fermentum* D37 kültürlerinden kaynaklanmaktadır.

4.1.3. Kuru Madde

Depolama süresince yoğurt örneklerinin kuru madde değerleri %17,84 ile %20,7 arasında değişmiştir. Depolama süresince yoğurtların kuru madde değerleri incelendiğinde en düşük kuru madde değerinin depolamanın 1. gününde kontrol örneğinde, en yüksek kuru madde değerinin ise depolamanın 21. gününde %4 yeşil çay içeren örnekte olduğu belirlenmiştir.

Genel olarak yeşil çay içeriği arttıkça kuru madde içeriğinde artış gözlemlenmiştir. Yoğurt örneklerinin kuru madde içeriği depolama süresince artma eğilimi göstermiştir. Yoğurt örneklerinin depolama süresince kuru madde değişimi (%) Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Yoğurt örneklerinin depolama süresince kuru madde değerleri (%)

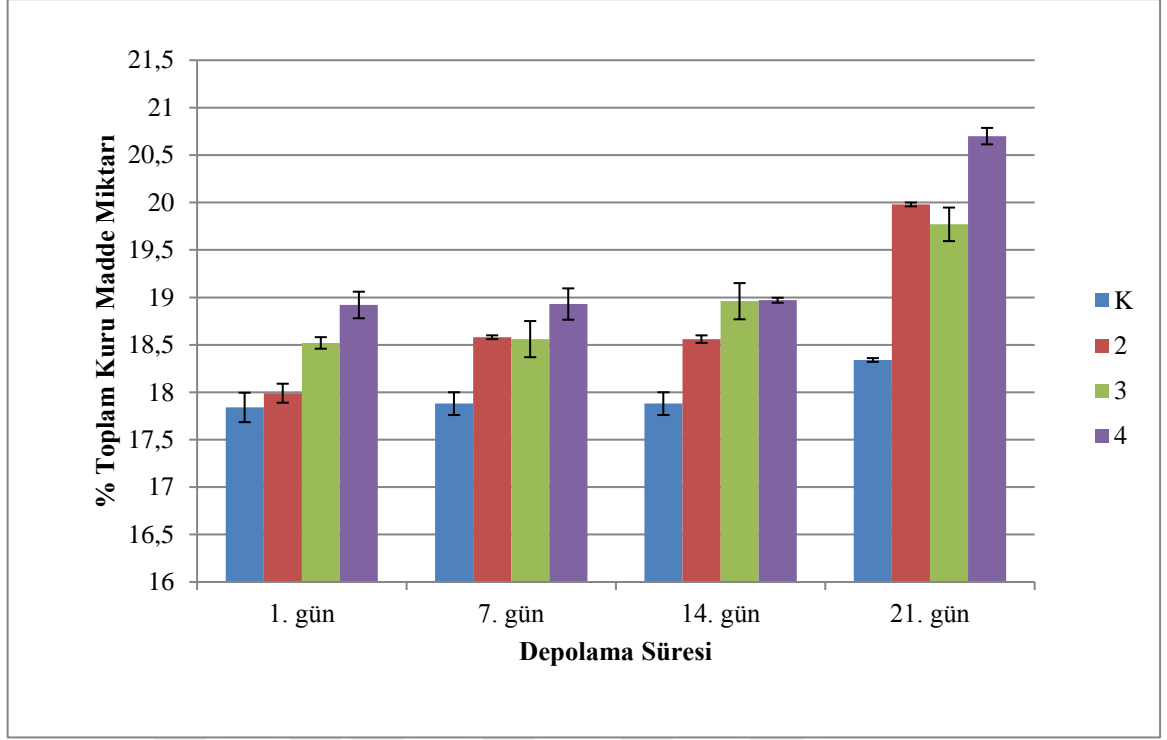
Örnekler	1. gün	7. gün	14. gün	21. gün
K	17,84±0,16 ^{Cb}	17,88±0,12 ^{Cb}	17,88±0,12 ^{Cb}	18,34±0,02 ^{Da}
2	17,99±0,10 ^{Cc}	18,58±0,02 ^{Bb}	18,56±0,04 ^{Bb}	19,98±0,02 ^{Ba}
3	18,52±0,06 ^{Bc}	18,56±0,19 ^{Bc}	18,96±0,19 ^{Ab}	19,77±0,18 ^{Ca}
4	18,92±0,14 ^{Ab}	18,93±0,17 ^{Ab}	18,97±0,03 ^{Ab}	20,70±0,09 ^{Aa}

*a,b,c: Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir ($p<0,05$).

*A,B,C,D: Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p<0,05$).

Depolama günlerine göre yoğurt örneklerinin kuru madde değerleri değişimi incelendiğinde, kontrol yoğurt örneğinin 1.,7. ve 14. gün kuru madde değerleri birbiriyle benzerlik göstermektedir ve 21. gün değerleriyle kıyaslandığında görülen bu değişim istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). %2 yeşil çay içeren örneğin 7. ve 14. gün kuru madde değerleri istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. %3 yeşil çay içeren örneğin 1. ve 7. gün kuru madde değerleri istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. %4 yeşil çay içeren örneğin ise 1.,7. ve 14. gün kuru madde değerleri birbiriyle benzerlik göstermektedir ve 21. gün değerleriyle kıyaslandığında görülen bu değişim istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Tüm yoğurt örneklerinde kuru madde değerleri bakımından depolama günleri arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki kuru madde değerleri değişimi incelendiğinde, 1. günde kontrol ve %2 yeşil çay içeren örnekler istatistiksel olarak birbirleriyle benzer olduğu bulunmuştur. 7. günde %2 ve %3 yeşil çay içeren örnekler istatistiksel olarak birbirleriyle benzer olduğu bulunmuştur. 14. günde %3 ve %4 yeşil çay içeren örnekler istatistiksel olarak birbirleriyle benzer olduğu bulunmuştur. Tüm depolama günlerinde kuru madde değerleri bakımından yoğurt örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).



Şekil 4.4. Yoğurt örneklerinin depolama süresince kuru madde değişimi (%)

Kuru madde miktarı yoğurdun besin değeri açısından çok önemlidir. Kuru madde oranı arttıkça yoğurdun içerisinde bulunan besleyici bileşenler arttığı için yoğurdun besin değerinde artış gözlemlenecektir (Tosun, 2007). Kuru madde oranı az olan yoğurtta aroma yetersizliği, zayıf pıhtı oluşumu ve gevşek kıvam gibi kusurlar oluşmaktadır. Bundan dolayı kuru maddesi yüksek olan yoğurtlar daha kalitelidir (Mavuş, Dolgun, Akkoç ve Aktaş, 2020).

Bu çalışmada, yoğurt örneklerine yeşil çay ilavesiyle kuru madde oranlarında artış gözlemlenmiştir. Bunun nedeni yaprak yeşil çayın infüzyon sırasında yoğurt sütünde partikül bırakması olabilir. Yeşil çay süzülerek ayrılrsa da kalan partiküller yoğurdun kuru maddesinin artışına neden olmuş olabilir. Kullanılan yeşil çay oranı arttıkça bıraktığı partikül oranının da artmış olabileceği düşünülmektedir.

Çakmakçı vd. (2019)'nin yaptığı çalışmada *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* içeren kontrol yoğurdu, *Lactobacillus acidophilus* içeren probiyotik yoğurt ve *Lactobacillus acidophilus* ile birlikte %1 ve %2 yeşil çay tozu içeren yoğurt örnekleri üretilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, yeşil çay tozunun kuru madde oranı yüksek olduğu için yoğurt örneklerine ilave edilen yeşil çay tozu miktarı arttıkça toplam kuru madde miktarının arttığını belirlemiştir.

Avcı (2010)'nın yaptığı çalışmada, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* içeren DVS starter kültür kullanılarak, farklı oranda süt tozu ilave edilerek, ısıtılma işleminden önce veya sonra yeşil çay eklenerek yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Yoğurt örneklerine eklenen yeşil çay ile ilave edilen süt tozu oranı arttıkça kuru madde oranında artış gözlemlenmiştir.

Bu çalışmalarda elde edilen kuru madde değerleri sonuçlarının bizim çalışmamız ile benzer olduğu belirlenmiştir.

4.1.4. Serum Ayrılması

Depolama süresince yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerleri %20,8 ile %28 arasında değişmektedir. Serum ayrılması değerleri kontrol örneği için %20,8-28 arasında, %2 yeşil çay içeren örnek için %21,2-28 arasında, %3 yeşil çay içeren örnek için %22-28 arasında ve %4 yeşil çay içeren örnek için %24-27,6 arasında olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada depolama süresi uzadıkça serum ayrılması değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. 21. gün verilerine göre serum ayrılması değeri en fazla %4 yeşil çaylı örnekte (%24), en az kontrol örneğinde (%20,8) olduğu tespit edilmiştir. Yoğurt örneklerinin depolama süresince serum ayrılması değerindeki değişimi Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Yoğurt örneklerinin depolama süresince serum ayrılması değerleri (%)

Örnekler	1. gün	7. gün	14. gün	21. gün
K	27,20±0,20 ^{Bb}	28,00±0,20 ^{Aa}	24,00±0,00 ^{Ac}	20,80±0,20 ^{Dd}
2	28,00±0,00 ^{Aa}	28,00±0,00 ^{Aa}	24,00±0,00 ^{Ab}	21,20±0,20 ^{Cc}
3	28,00±0,20 ^{Aa}	27,20±0,00 ^{Cb}	23,20±0,20 ^{Bc}	22,00±0,00 ^{Bd}
4	27,20±0,20 ^{Bb}	27,60±0,20 ^{Ba}	24,00±0,20 ^{Ac}	24,00±0,00 ^{Ac}

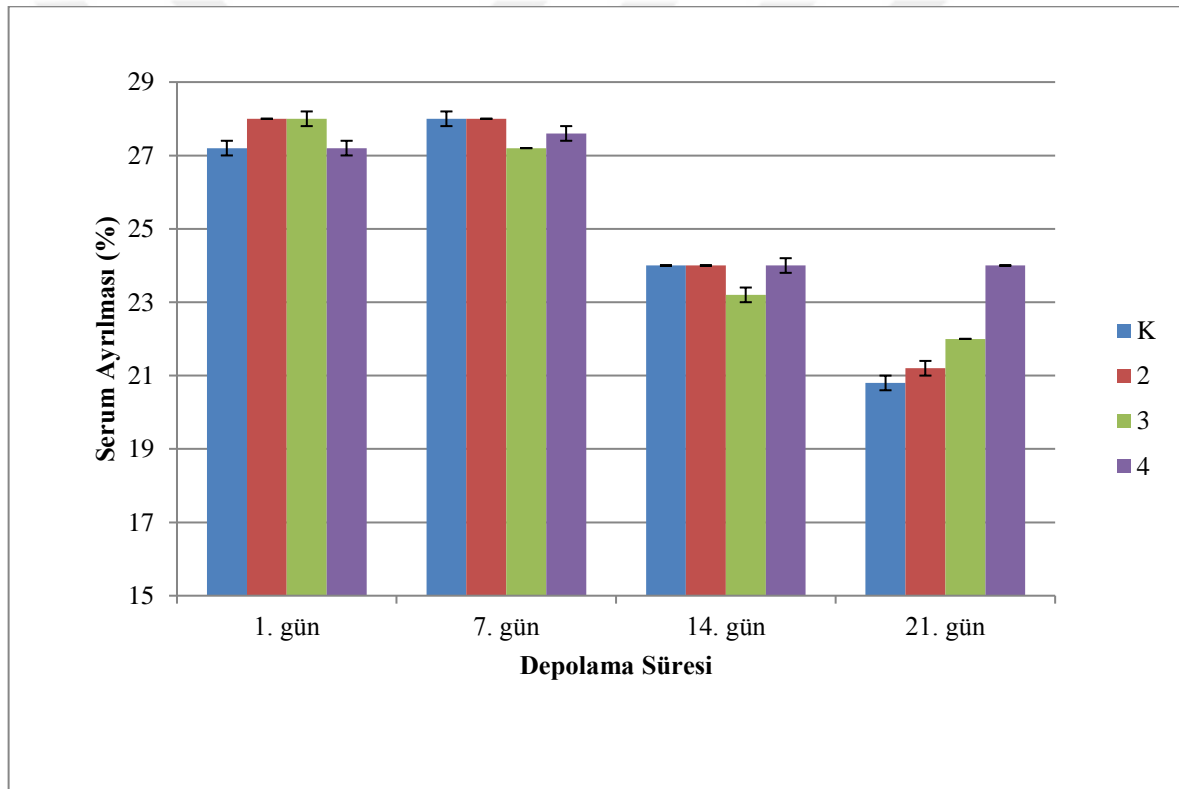
*a,b,c,d: Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir ($p < 0,05$).

*A,B,C,D: Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p < 0,05$).

Depolama günlerine göre yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerleri değişimi incelendiğinde, %2 yeşil çay içeren yoğurt örneklerinin 1. ve 7. gün serum ayrılması değerleri istatistiksel olarak benzer olduğu bulunmuştur. %4 yeşil çay içeren yoğurt örneklerinin 14. ve

21. günü serum ayrılması değerleri istatistiksel olarak benzer sonuçlar vermiştir. Tüm yoğurt örneklerinde serum ayrılması değerleri bakımından depolama günleri arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki serum ayrılması değerleri değişimi incelendiğinde, 1. günde %2 ve %3 yeşil çay içeren örnekler istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. 7. günde kontrol ve %2 yeşil çay içeren örnekler istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu belirlenmiştir. 14. gün kontrol, %2 ve %4 yeşil çay içeren örnekler istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. Tüm depolama günlerinde kuru madde değerleri bakımından yoğurt örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).



Şekil 4.5. Yoğurt örneklerinin depolama süresince serum ayrılması değerlerindeki değişim (%)

Serum ayrılması yoğurdun reolojik özelliklerinden biridir (Çağlayan, 2018). Sineresis olarak da adlandırılan serum ayrılması, yoğurdun protein ağında tutulan sıvı fazın ayrılması ile yoğurtta görülen su veya serum olarak ifade edilmektedir (Çağlayan, 2018; Mutlu, 2019). Yoğurt gibi fermente süt ürünlerinde yaygın olarak görülen serum ayrılması istenmeyen bir kusur olup önemli bir kalite kriteridir (Çağlayan, 2018). Yoğurtta yapılan serum ayrılması analizi pıhtı stabilitesini belirlemek için yapılmaktadır (Ersan ve Topçuoğlu, 2019).

Jeong vd. (2018)'nin yoğurt örneklerine %1, %2 ve %3 oranında yeşil çay tozu ilave edilerek yaptıkları çalışmada, yoğurt örneklerine eklenen yeşil çay tozu oranı arttıkça serum ayrılması oranının arttığını belirlemişlerdir. Artan serum ayrılmasının nedeni yeşil çayın içeriğinde bulunan muhtemelen polifenoller gibi bileşiklerden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Yeşil çay polifenollerinin fazlalığının, yoğurt serumunu sınırlayan jel matrisini azaltarak serum ayrılmasına neden olabileceği bildirilmiştir.

Chatterjee vd. (2018)'nin yaptığı çalışmada, %2 oranında yeşil çay ve %9 oranında çikolata şurubu ile demlenen ve %3 oranında balla karıştırılan çift tonlu sütün fermantasyonu ile yoğurt örneği geliştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, bu yoğurt örneğinin ve kontrol örneğinin serum ayrılması değerinde depolama süresince genellikle artış olduğu belirlenmiştir.

Lim (2017)'nin yaptığı çalışmada yoğurt örneklerine %0,5, %1, %2 ve %5 oranında yeşil çay ilave edilerek yoğurt örnekleri üretilmiştir. *L. acidophilus* D11 ile fermente edilen yoğurdun serum ayrılması değeri %2 yeşil çay içeriğine kadar artma, %5 yeşil çay içeriğinde ise serum ayrılmasında azalma olduğu gözlemlenmiştir. *L. fermentum* D37 ile fermente edilen yoğurdun serum ayrılması değerinde %1 de azalış, %2 ve %5'de artış olduğu belirlenmiştir.

Dönmez vd. (2017)'nin yaptıkları çalışmada, %1 ve %2 oranında yeşil kahve tozu veya %0,01, %0,02, %1 ve %2 oranında yeşil çay tozu ilave edilerek yoğurt örnekleri üretilmiştir. Yoğurt kültürü olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kullanılmıştır. %2 yeşil çay tozu ilave edilmesi yoğurt örneğinin serum ayrılması değerinde artışa neden olmuştur. Serum ayrılması değeri kontrol yoğurduna göre %0,02 yeşil çay tozu içeren yoğurtta daha düşük olduğu belirlenmiştir. %2 yeşil çay tozu ilave edilen yoğurt örneğinde ise daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Depolama süresinin yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerlerinde önemli bir etki göstermediği belirlenmiştir.

Bulut vd. (2021)'nin yaptığı çalışmada, %0,1 oranında ravent, üzüm çekirdeği, kekik ve nane ile %0,5 oranında yeşil çay ekstraktları ilave ederek yoğurt örnekleri üretilmiştir. Yoğurt kültürü olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kullanılmıştır. Yeşil çay ilave edilerek üretilen yoğurt örneğinin serum ayrılması değeri kontrol yoğurduna göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yeşil çay ilaveli örneğin en düşük serum ayrılması değeri depolamanın 1. gününde (%30,35±0,49), en yüksek serum ayrılması değeri ise depolamanın 14. gününde (%39,85±0,21) belirlenmiştir.

Bu çalışmalardaki serum ayrılması değerleri ile bizim çalışmamızdaki serum ayrılması değerlerinin farklı olmasının nedeni muhtemelen kullanılan kültürlerin, yeşil çay miktarlarının ve ilave edilen içeriklerin farklı olmasıdır.

4.1.5. Su Tutma Kapasitesi Tayini

Depolama süresince yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi değerleri %49,8 ile %56,9 arasında değişmiştir. Depolama süresince yoğurtların su tutma kapasitesi değerleri incelendiğinde en düşük su tutma kapasitesi değerinin depolamanın 21. gününde %4 yeşil çay içeren örnekte, en yüksek su tutma kapasitesi değerinin ise depolamanın 14. gününde kontrol örneğinde olduğu belirlenmiştir.

Depolama süresince ilave edilen yeşil çay miktarı arttıkça su tutma kapasitesi azaldığı belirlenmiştir. 21. gün sonunda en yüksek su tutma kapasitesi kontrol yoğurt örneğinde, en düşük su tutma kapasitesi %4 yeşil çay içeren yoğurt örneğinde tespit edilmiştir. Yoğurt örneklerinin depolama süresince su tutma kapasitesi değerindeki değişimi Çizelge 4.6 ve Şekil 4.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Yoğurt örneklerinin depolama süresince su tutma kapasitesi değerleri (%)

Örnekler	1. gün	7. gün	14. gün	21. gün
K	54,30±0,44 ^{Ac}	55,60±0,36 ^{Ab}	56,90±0,26 ^{Aa}	55,00±0,17 ^{Ab}
2	53,50±0,30 ^{Bb}	52,60±0,26 ^{Bc}	54,60±0,26 ^{Ba}	53,90±0,36 ^{Bb}
3	52,70±0,36 ^{Ca}	51,70±0,36 ^{Cb}	52,30±0,30 ^{Cab}	50,30±0,26 ^{Cc}
4	51,30±0,17 ^{Da}	50,70±0,30 ^{Db}	51,20±0,26 ^{Da}	49,80±0,30 ^{Cc}

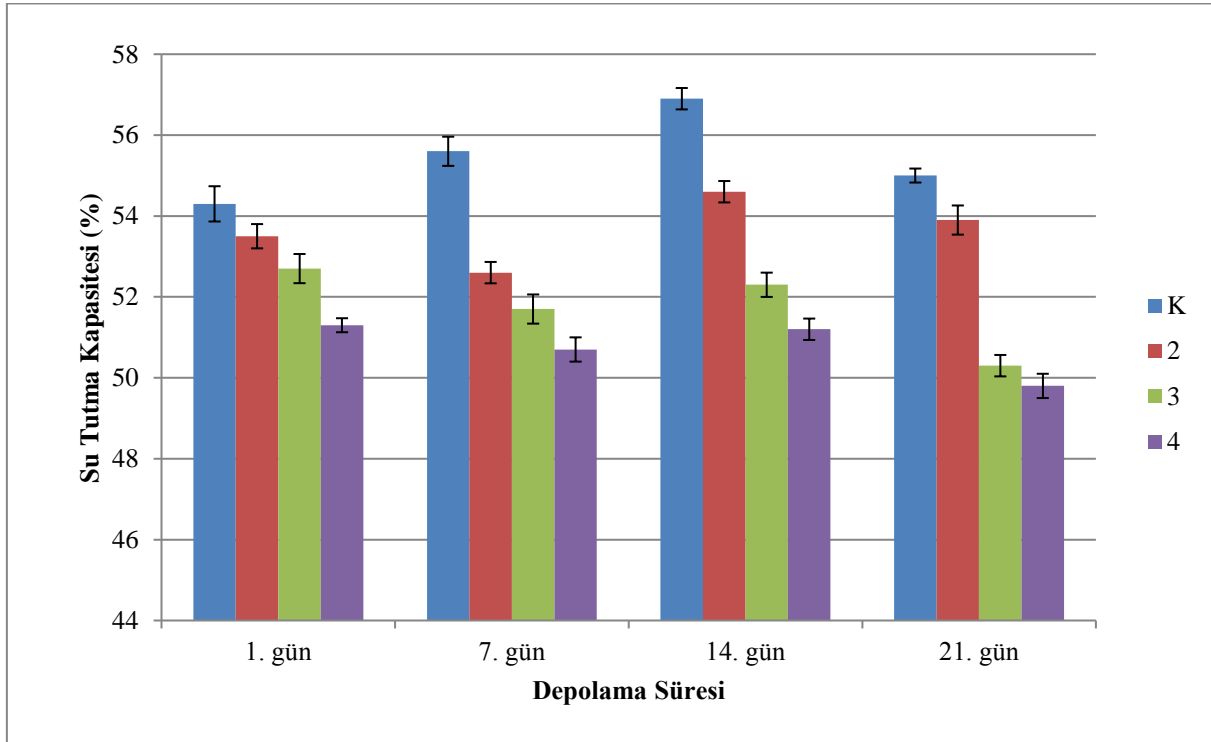
*a,b,c: Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir ($p<0,05$).

*A,B,C,D: Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p<0,05$).

Depolama günlerine göre yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi değerleri değişimi incelendiğinde, kontrol örneğinin 7. ve 21. gün su tutma kapasitesi değerleri istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. %2 yeşil çay içeren örneğin 1. ve 21. gün değerleri istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. %4 yeşil çay içeren örneğin 1. ve 14. gün değerleri istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. Tüm

yoğurt örneklerinde su tutma kapasitesi değerleri bakımından depolama günleri arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki su tutma kapasite değişimi incelendiğinde, 21. günde %3 ve %4 yeşil çay içeren örnekler istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. Tüm depolama günlerinde su tutma kapasitesi değerleri bakımından yoğurt örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).



Şekil 4.6. Yoğurt örneklerinin depolama süresince su tutma kapasitesi değişimi (%)

Yoğurdun su tutma kapasitesi (WHC), esas olarak, suyu tutma ve yerçekimi etkisi altında protein parçacıklarının toplanmasından kaynaklanır. Su tutma kapasitesi, fermente süt ürünlerinin depolanmasında önemli rol oynayan ve tüketiciler tarafından kabulünü etkileyen yoğurdun viskozitesini de etkilemektedir (Zhou vd., 2021).

Normal yoğurdun su tutma kapasitesi pH 4,2-4,6 arasında en yüksek değerde olmaktadır (Yaralı ve Çetiner, 2020). Yaptığımız çalışmada yeşil çay ilavesiyle pH değeri 4.6'dan daha yüksek bir değer aldığı için yoğurt örneklerinde yeşil çay oranı arttıkça su tutma kapasitesinde azalma olabileceği düşünülmüştür. Depolama süresince en yüksek su tutma kapasitesi değeri kontrol örneğinde belirlenmiştir. Ayrıca kullanılan starter kültür de yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesini etkilemektedir. Yapılan çalışmalarda *Lactobacillus gasseri* içeren yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesinin düşük olduğu belirlenmiştir.

Zhou vd. (2021)'nin yaptığı çalışmada, tek tür probiyotik suş ve karışık tür probiyotik suşlar kullanılarak üretilen yoğurt örnekleri karşılaştırılmıştır. Yoğurt örneklerinde *Lactobacillus gasserii* LGZ 1029 (LG), ticari probiyotik *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469 (LGG) ve geleneksel fermantasyon suşları *Streptococcus thermophilus* CGMCC 1.2741 ve *Lactobacillus bulgaricus* CGMCC 1.290 (SL) kullanılmıştır. Tek tür probiyotik suş ve karışık tür probiyotik suşlar kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinde fermantasyon sonunda karışık tür suş içeren yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi değerlerinin tek tür suş içeren yoğurt örneklerine göre su tutma kapasitesi değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Su tutma kapasitesi sırasıyla; SL > LGG+SL > LG+SL > LG > LGG şeklinde olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmalardaki elde edilen sonuçların bizim çalışmamız ile benzer olduğu belirlenmiştir.

Avcı (2010)'nın yaptığı çalışmada, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* içeren DVS starter kültür kullanılarak, farklı oranda süt tozu ilave edilerek, ısıtılma işleminden önce veya sonra yeşil çay eklenerek yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Artan kuru maddeyle birlikte su tutma kapasitesinde artış gözlemlenmiştir. Yeşil çay ekstraktının ilavesi ile oluşacak flavanoid-protein bağlanmaları ile su tutma kapasitesinin artacağı öngörüsüne varmışlardır. Isıl işlem sonrası yeşil çay ekstraktı eklenen örnekler ile kontrol örneklerinin su tutma kapasitesi değerleri arasındaki farklılığın az olduğu belirlenmiştir. Yeşil çayın ısıtılma işlemi öncesinde süte eklenmesi ile yoğurdun su tutma kapasitesinin %10 ve üzerinde daha yüksek değerler aldığı ve tekstürel özelliklerinin artacağını belirlenmiştir. Bu çalışmadaki sonuçların bizim çalışmamızdaki sonuçlardan farklı olmasının nedeni, muhtemelen kullanılan kültürler ve yeşil çayın süte ısıtılma işleminden önce ya da sonra eklenmesinden kaynaklanmaktadır.

4.1.6. Renk Analizi

Gıdalarda renk, tüketici tarafından algılanan ve tercihlerini etkileyen önemli parametrelerden biridir (Maharani, Sari, Rahayu, Prawira-Atmaja ve Ana, 2020). Yoğurt örneklerinin renk değerlerinin ölçülmesinde L* (parlaklık), a* (+ kırmızı, - yeşil) ve b* (+ sarı, - mavi) değerleri belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin renk analizi depolamanın 1. gününde yapılmıştır.

Yoğurt örneklerinin L* değerleri 89,21 ile 92,51 arasında değişiklik göstermiştir. Yoğurt örneklerine ait en düşük L* değeri %4 yeşil çay içeren örnekte, en yüksek L* değeri ise kontrol örneğinde belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinde belirlenen a* değerleri -0,85 ile -

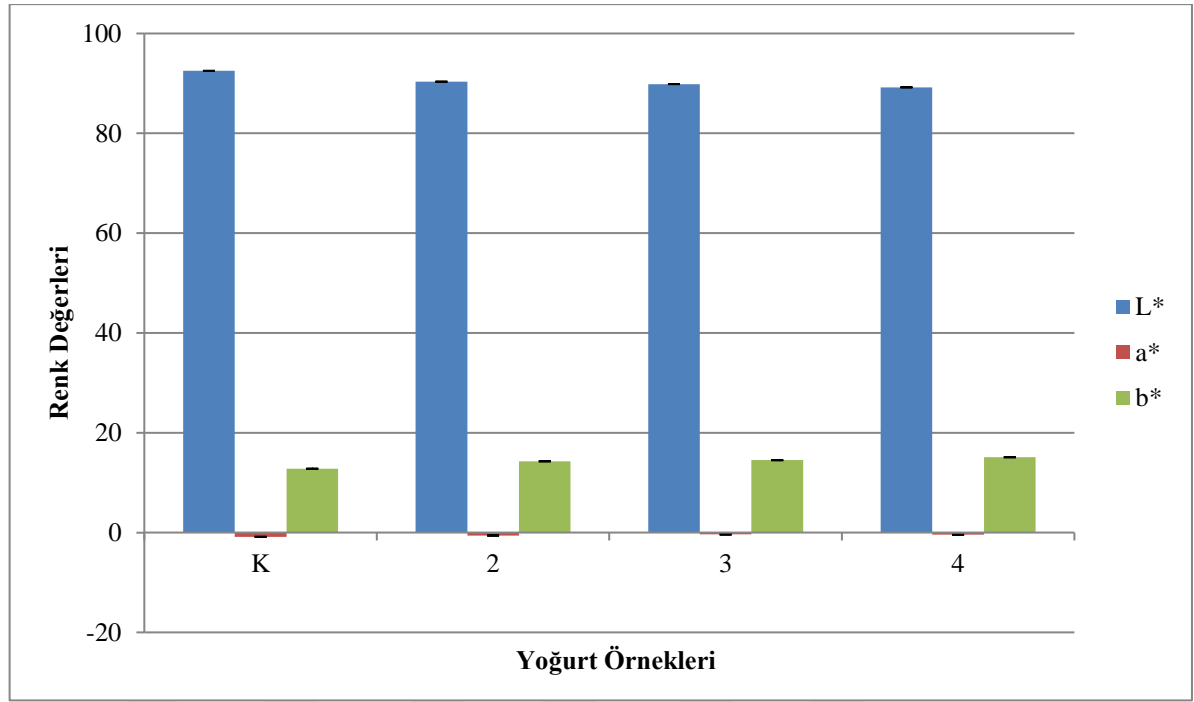
0,38 arasında değişiklik göstermiştir. Yoğurt örneklerine ait en düşük a* değeri kontrol örneğinde, en yüksek a* değeri ise %3 yeşil çay içeren örnekte belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin b* değerleri ise 12,79 ile 15,09 arasında değişiklik göstermektedir. Yoğurt örneklerine ait en düşük b* değeri kontrol örneğinde, en yüksek b* değeri ise %4 yeşil çay içeren örnekte belirlenmiştir.

Yapılan renk analizi sonucuna göre, yoğurt örneklerinde yeşil çay ilavesi arttıkça L* değerinin tüm örneklerde azaldığı, b* değerinin de arttığı belirlenmiştir. Tüm yoğurt örneklerinin a* değeri ise negatif değer olarak bulunmuştur. Yeşil çaylı yoğurt örneklerinin L* değerinin kontrol örneğine göre düşük olmasının nedeni, çay fermantasyonu sırasında polifenollerin, özellikle çay kateşinlerinin enzimatik oksidasyonu meydana gelmesidir. Bu da çay ile elde edilen ürünün rengini etkileyebilecek olan theaflavinler ve thearubiginler gibi bir dizi renkli kimyasal bileşimin oluşumuna yol açmaktadır (Świader, Florowska, Konisiewicz ve Chen, 2020). Yoęurt örneklerinin renk analiz değerleri Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Yoğurt örneklerinin renk analiz değerleri

Örnekler	L*	a*	b*
K	92,51 ^A	-0,85 ^D	12,79 ^D
2	90,34 ^B	-0,58 ^C	14,28 ^C
3	89,86 ^C	-0,38 ^A	14,50 ^B
4	89,21 ^D	-0,43 ^B	15,09 ^A

Duncan testi sonuçlarına göre, L*, a* ve b* değerleri bakımından yoğurt örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05).



Şekil 4.7. Yoğurt örneklerinin renk analiz değerleri

Glibowski vd. (2019), yaptığı çalışmada %4, %8 ve %12 oranında siyah, kırmızı, yeşil ve beyaz çay ilave edilerek yoğurt örnekleri üretilmiştir. Yoğurt örnekleri üretiminde DVS ABT-1 kültürü (*Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 ve *Streptococcus thermophilus* TH-4) kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre yeşil çaylı örneklerin depolama süresince L* değerinin arttığı belirlenmiştir. 14 günlük depolama süresince yeşil çaylı örneklerin L* değerleri %4 yeşil çay içeren örnekte 71,20-74,10 arasında, %8 yeşil çay içeren örnekte 71,34-73,47 arasında ve %12 yeşil çay içeren örnekte 71,04-72,6 arasında belirlenmiştir. Genellikle yeşil çay ilavesi arttıkça L* değerinin düştüğü gözlemlenmiştir. İlave edilen yeşil çay oranı arttıkça b* değerinin de arttığı belirlenmiştir. Depolama süresince yeşil çaylı örneklerin b* değerleri %4 yeşil çay içeren örnekte 7,92-8,08 arasında, %8 yeşil çay içeren örnekte 8,64-9,28 arasında ve %12 yeşil çay içeren örnekte 10,06-10,27 arasında belirlenmiştir. Yeşil çay ilavesiyle a* değeri de negatif değer olarak yoğurt örneklerinde yeşillik yönünde hafif bir renk kayması olduğunu bildirmişlerdir. Depolama süresince yeşil çaylı örneklerin a* değerleri %4 yeşil çay içeren örnekte -2,59 ile -1,98 arasında, %8 yeşil çay içeren örnekte -2,33 ile -1,78 arasında ve %12 yeşil çay içeren örnekte -2,077 ile -1,63 arasında belirlenmiştir.

Shokery vd. (2017)'nin yeşil çay veya moringa yaprağı ekstraktlarının ilave edilerek biyo-yoğurtların üretildiği çalışmada, yoğurt üretiminde kültür olarak *Streptococcus*

thermophilus ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kullanılmıştır. Yoğurt örnekleri arasında önemli bir renk farkı olduğu belirlenmiştir. Yeşil çay ilavesiyle yoğurt örneklerinin L* değerinin azaldığı ve b* değerinin de arttığı, yeşil çay ilaveli yoğurdun sade yoğurda göre daha koyu ve sarımsı olduğu belirlenmiştir. Yeşil çaylı yoğurdun a* değeri ise sade yoğurda göre daha kırmızı olduğu gözlemlenmiştir. Yeşil çaylı örneğin L* değeri 83,40, b* değeri 13,99 ve a* değeri ise -0,05 olduğu belirlenmiştir.

Świader vd. (2020), yoğurt örneklerine %2 oranında siyah çay, yeşil çay, oolong çayı ve limon otu ilavesiyle yaptığı çalışmada, yoğurtlara çay eklenmesi kontrol örneğine kıyasla renk bileşeni L* değerini önemli ölçüde azaltmıştır. Yeşil çay ilaveli yoğurtlar en düşük L* değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Çayın eklenmesi diğer renk parametreleri de etkilemiştir. Kontrol yoğurdu ve yeşil çay ilaveli yoğurtta a* değeri en düşük olduğu belirlenmiştir. Yeşil çaylı örneğin L* değeri 77,98, b* değeri 12,52 ve a* değeri -0,88 olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmalarda elde edilen renk değerleri sonuçlarının bizim çalışmamız ile benzer olduğu belirlenmiştir.

4.1.7. Toplam Fenolik Madde Tayini

Depolama süresince yoğurt örneklerinin toplam fenolik madde değerleri 33,18 ile 565,43 mg gallik asit/kg arasında değişmiştir. Depolama süresince yoğurtların toplam fenolik madde değerleri incelendiğinde en düşük toplam fenolik madde değerinin depolamanın 21. gününde kontrol örneğinde, en yüksek toplam fenolik madde değerinin ise depolamanın 14. gününde %4 yeşil çay içeren örnekte olduğu belirlenmiştir.

Depolama günlerine göre yoğurt örneklerinin toplam fenolik madde değerleri değişimi incelendiğinde, kontrol yoğurdunda düzenli bir azalış gözlemlenmiştir. İlave edilen yeşil çayın toplam fenolik madde miktarına etkisi olduğu belirlenmiştir. Yoğurt örneklerindeki yeşil çay oranı arttıkça toplam fenolik madde değerinde de artış olduğu gözlemlenmiştir. Yoğurt örneklerinin depolama süresince toplam fenolik madde miktarının artması devam eden fermentasyon sürecinde mikroorganizmaların aktivitesi ile farklı fenolik bileşiklerin oluşması ile açıklanabilir. Yoğurt üretiminde inkübasyon sırasında veya inkübasyondan sonra gelişen asitlik sonucunda mikroorganizmaların ferulik ve kumarik asit gibi fenolik asitleri kullanması ile vanilik ve p-hidroksibenzoik asit gibi farklı fenolik bileşiklerin oluşumuna neden olmaktadır. Ek olarak, yoğurt bakterileri tarafından süt proteinlerinin parçalanması yoğurt

örneklerinin toplam fenolik madde miktarında artışa neden olmaktadır. Bunun nedeni, tirozit amino asidi gibi bazı aminoasitlerin bir fenolik yan zincire sahip olmasıdır (Göktepe, 2017). Depolamanın 21. gününde toplam fenolik madde değerlerinde düşme gözlemlenmiştir. Bunun nedeni, laktik asit bakterilerinin yeşil çaydaki toplam fenolik madde içeriğini azaltabilmesi, yoğurt örneklerinde bazı polifenoller mikroflora tarafından hidrolize edilebilmesidir (Ozcan, Ozdemir ve Avcı, 2021). Ayrıca yeşil çayda bulunan fenolik bileşikler kazeinler veya peynir altı suyu proteinleri ile etkileşerek fenolik değerlerin azalmasından sorumlu olan çözünür ve çözünmez komplekslerin oluşumuna neden olabilmektedir (Ścibisz, Ziarno ve Mitek, 2019).

Yoğurt örneklerinin depolama süresince toplam fenolik madde değişimi Çizelge 4.8 ve Şekil 4.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Yoğurt örneklerinin depolama süresince toplam fenolik madde değerleri (mg gallik asit/kg)

Örnekler	1. gün	7. gün	14. gün	21. gün
K	45,29±7,14 ^{Da}	34,48±2,18 ^{Db}	33,26±2,15 ^{Db}	33,18±2,27 ^{Db}
2	251,15±16,23 ^{Cc}	348,29±9,37 ^{Cb}	409,55±22,19 ^{Ca}	203,14±6,59 ^{Cd}
3	352,10±21,49 ^{Bc}	383,80±4,19 ^{Bb}	499,27±17,87 ^{Ba}	317,80±17,29 ^{Bd}
4	446,52±11,73 ^{Ab}	458,25±7,90 ^{Ab}	565,43±29,00 ^{Aa}	425,08±12,23 ^{Ab}

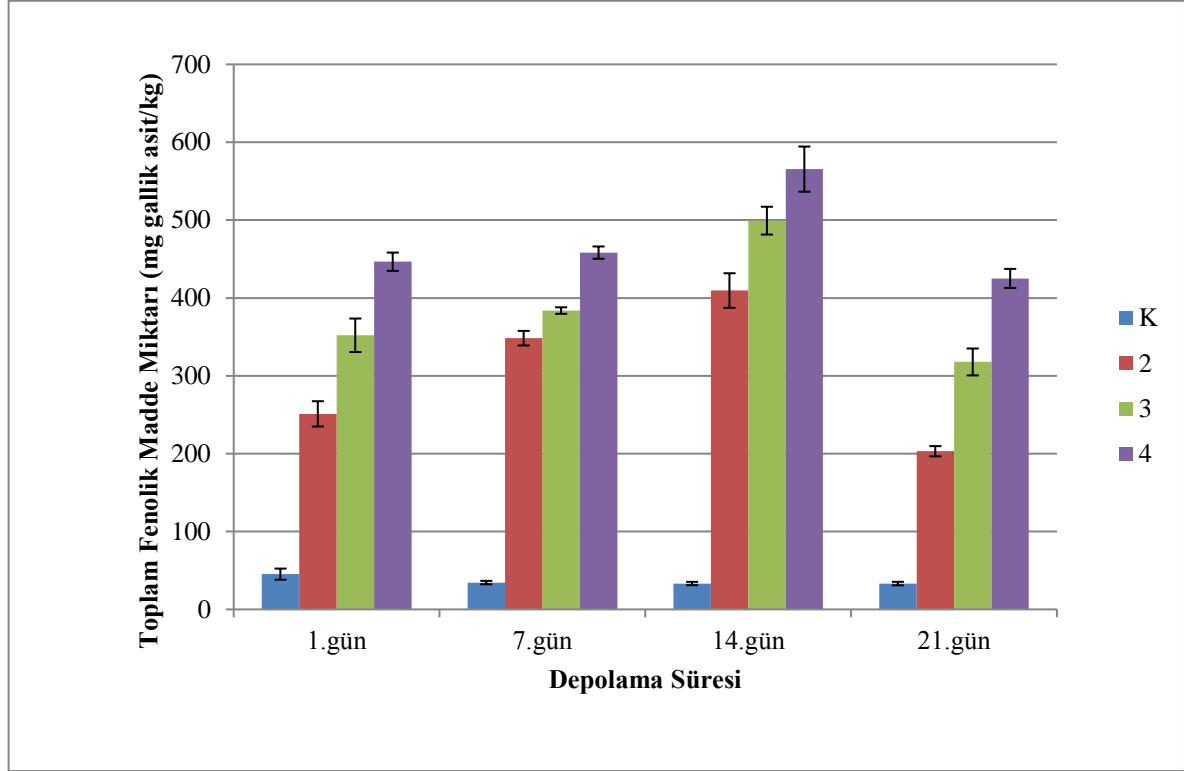
*a,b,c,d: Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir ($p<0,05$).

*A,B,C, D: Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p<0,05$).

Toplam fenolik madde değerleri bakımından yoğurt örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Depolama günlerine göre yoğurt örneklerinin toplam fenolik madde değerleri değişimi incelendiğinde, kontrol örneğinin 7., 14. ve 21. gün toplam fenolik madde değerlerinin istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. %4 yeşil çay içeren örneğin 1., 7. ve 21. gün toplam fenolik madde değerleri istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. Tüm yoğurt örneklerinde toplam fenolik madde değerleri bakımından depolama günleri arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki toplam fenolik madde değişimi incelendiğinde, tüm depolama günlerinde toplam fenolik madde değerleri bakımından yoğurt örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).



Şekil 4.8. Yoğurt örneklerinin depolama süresince toplam fenolik madde değişimi (mg gallik asit/kg)

Fenolik maddeler çeşitli bitkisel ürünlerde doğal olarak bulunan ve gıdaların tat ve aroma oluşumu, renk oluşumu, antimikrobiyal ve antioksidatif etki ve enzim inhibisyonu gibi işlevleri vardır (Karabulut ve Yemiş, 2019; Talay ve Erdoğan, 2018). Ayrıca fenolik maddeler bağırsak bakterileri üzerine prebiyotik etki göstermektedir. Fenolik maddeler midede absorbe olmadıkları için kolona ulaşarak ince bağırsakta hidrolize olmaktadır. Bundan dolayı bağırsak mikrobiyotasının bu bileşiklerin metabolizmasından da sorumlu olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bağırsak mikrobiyotası insan sağlığı için çok önemlidir. Obezite gibi birçok sağlık sorunu bağırsak mikrobiyotası ile ilişkili olduğu için fenolik maddelerin obeziteye karşı koruyucu etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Talay ve Erdoğan, 2018).

Çakmakçı vd. (2019)'nin yaptığı çalışmada *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* içeren kontrol yoğurdu, *Lactobacillus acidophilus* içeren probiyotik yoğurt ve *Lactobacillus acidophilus* ile birlikte %1 ve %2 yeşil çay tozu içeren yoğurt örnekleri üretilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, yoğurt örneklerindeki toplam

fenolik madde miktarı sırasıyla: Kontrol < Probiyotik < Probiyotik + %1 Yeşil çay tozu < Probiyotik + %2 Yeşil çay tozu < Yeşil çay tozu içeren yoğurt örnekleri şeklinde belirlenmiştir. Görüldüğü gibi en yüksek fenolik madde değeri yeşil çay tozu içeren yoğurtta en düşük toplam fenolik madde değeri ise kontrol yoğurdun da gözlemlenmiştir. Ayrıca probiyotik ilaveli yoğurtlarda yeşil çay oranı arttıkça toplam fenolik madde miktarının da arttığı belirlenmiştir.

Rahmani vd. (2021)'nin yaptıkları çalışmada, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* kültürleri kullanılarak ve %0,5 ve %1 oranında yeşil çay ilave edilerek probiyotik yoğurt örnekleri üretilmiştir. Sade yoğurt örneklerinin fenolik madde içeriği probiyotik yoğurt örneklerine göre az olup aralarındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Yeşil çay içeren simbiyotik yoğurtta fenolik madde içeriğinde ilave edilen yeşil çay miktarı arttıkça artış olduğu belirlenmiştir. Depolamanın 1. gününde probiyotik ve %0,5 yeşil çay içeren örneğin fenolik madde değeri 669.8 mg gallik asit/kg ve probiyotik ve %1 yeşil çay içeren örnek ise 1.244,9 mg gallik asit/kg olarak belirlenmiştir.

Lim (2017)'in yaptığı çalışmada yoğurt örneklerine %0,5, %1, %2 ve %5 oranında yeşil çay ilave edilerek yoğurt örnekleri üretilmiştir. *L. acidophilus* D11 ile fermente edilen yoğurt örnekleri ile *L. fermentum* D37 ile fermente edilen yoğurt örneklerine ilave edilen yeşil çay oranı arttıkça toplam fenolik madde değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir. Yeşil çay ilaveli *L. acidophilus* D11 ile fermente edilen yoğurt örneklerinin fenolik madde değerleri 116,81-319,85 µg GAE/ml arasında belirlenmiştir. Yeşil çay ilaveli *L. fermentum* D37 ile fermente edilen yoğurt örneklerinin fenolik madde değerleri 169,71-489,56 µg GAE/ml arasında olduğu bildirilmiştir.

Najgebauer-Lejko (2014)'nin yaptığı çalışmada ise %5, %10 ve %15 oranlarında yeşil çay içeren biyoyoğurtlar ve asidofilus sütleri üretilmiştir. Biyoyoğurtlara starter olarak *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Bb-12 bakterilerinin içerdiği ABT-1 kültürü kullanılmıştır. Asidofilus sütlerinin üretiminde ise saf *Lactobacillus acidophilus* LA-5 kültürü kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre yeşil çay içeren biyoyoğurtların ve asidofilus sütlerinin toplam fenolik madde değerlerinin yeşil çay ilavesi yüksek olan örneklerde daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Shokery vd. (2017)'nin yeşil çay veya moringa yaprağı ekstraktlarının ilave edilerek biyo-yoğurtların üretildiği çalışmada, yoğurt üretiminde kültür olarak *Streptococcus*

thermophilus ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, fenolik madde içeriğinin, sade yoğurta sadece 9,00 GAE / 100 g içerirken, %1 oranında yeşil çaylı yoğurta 31,86 GAE / 100 g içerdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, fenolik madde içeriğinin sade yoğurtlara kıyasla yeşil çaylı yoğurta %244 arttırdığı bulunmuştur.

Ünal vd. (2018)'nin yaptığı çalışmada %2 ve %4 oranında yeşil ve siyah çay ilaveli içilebilir yoğurt üretilmiştir. Yoğurt starter kültürü olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kullanılmıştır. Yeşil çay oranı arttıkça toplam fenolik madde değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Yeşil çaylı örneklerin toplam fenolik madde değerleri siyah çay ve kontrol yoğurduna göre daha yüksek değer aldığı gözlemlenmiştir. Bunun nedeni muhtemelen yeşil çayın siyah çaydan daha fazla miktarda kateşin ve diğer fenolik bileşikler içermesidir. Kontrol örneği en düşük toplam fenolik madde değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Muniandy vd. (2016)'nin yaptığı çalışmada %2 oranında yeşil, beyaz ve siyah çay içeren yoğurt örnekleri üretilmiştir. Bu örneklerin üretiminde starter kültür olarak *Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Bb-12, *Lactobacillus casei* LC-01, *Streptococcus thermophilus* Th-4 ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* bakterileri 4:4:1:1:1 oranlarında karıştırılarak üretilmiş DVS (Direct Vat Set) yoğurt starter tozu kullanılmıştır. Depolama süresince en yüksek toplam fenolik madde değeri yeşil çaylı örnekte (440,41-526,34 µg GAE/ml), ardından sırasıyla beyaz (337,82-394,12 µg GAE/ml) ve siyah çay (257,45-294,67 µg GAE/ml) içeren örnekler de belirlenmiştir. Depolama süresince en düşük toplam fenolik madde değeri sade yoğurta (118-135,04 µg GAE/ml) gözlemlenmiştir.

Bu çalışmalardaki elde edilen sonuçlarda yeşil çay oranı arttıkça toplam fenolik madde oranında artış gözlemlenmiştir ve bizim çalışmamızdaki sonuçlar ile benzer olduğu belirlenmiştir.

Ozcan vd. (2021)'nin yaptığı çalışmada *Stevia rebaudiana* ekstraktlarından elde edilen kırmızı pancar biyoaktif bileşenleri ve steviol glikozitleri ile indirgenmiş şekerli probiyotik yoğurt örnekleri üretilmiştir. Bu örneklerin üretiminde *Lactobacillus casei* probiyotik kültür kullanılmıştır. Toplam fenolik madde değerleri kontrol örneğinde 13,89 mg GAE/100 g, kırmızı pancar içeren örnekte 15,07 mg GAE/100 g, kırmızı pancar ve sükröz içeren örnekte

14,58 mg GAE/100 g ve kırmızı pancar ve stevia içeren örnekte 14,90 mg GAE/100 g olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince yoğurt örneklerinin ortalama toplam fenolik madde değerlerinde 14. günden sonra azalma (14,90'dan 14,37 mg GAE/100 g'a) gözlemlenmiştir. Bunun nedeni laktik asit bakterilerinin pancar suyundaki toplam fenolik madde içeriğini azaltabilmesi, yoğurt örneklerinde bazı polifenoller mikroflora tarafından hidrolize edilebilmesidir. Bu çalışmada depolama süresince yoğurt örneklerinin toplam fenolik madde değerlerinin 14. günden sonra azalma göstermesi bakımından bizim çalışmamızdaki yeşil çaylı yoğurt örnekleriyle benzer olduğu belirlenmiştir.

4.2. Mikrobiyolojik Analizler

Probiyotik ve yeşil çay ilave edilen yoğurt örnekleri 21 gün boyunca depolanmıştır. Mikrobiyolojik analizler depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde gerçekleştirilmiştir. Yoğurt örneklerinde *Lactobacillus gasseri* ve *Streptococcus thermophilus* sayıları belirlenmiştir.

4.2.1. *Lactobacillus gasseri* Sayısı

Depolama süresince yoğurt örneklerinin *Lactobacillus gasseri* sayısı 3,63 ile 6,97 log kob/g arasında değişmektedir. Depolama süresince yoğurtların *Lactobacillus gasseri* sayısı incelendiğinde en düşük *Lactobacillus gasseri* sayısının depolamanın 7. gününde kontrol örneğinde, en yüksek *Lactobacillus gasseri* sayısının ise depolamanın 1. gününde %2 yeşil çay içeren örnekte olduğu belirlenmiştir.

Depolama günlerine göre *Lactobacillus gasseri* sayısı kontrol örneğinde azalıp artma şeklinde eğilim göstermiştir. %2 yeşil çay içeren yoğurt örneğinde ise değer 7. ve 14. günde azalma 21. günde artma eğilimi göstermiştir. %3 yeşil çay içeren örnekte 7. günde azalma diğer günlerde artma şeklinde eğilim göstermiştir. %4 yeşil çay içeren yoğurt örneğinde ise artma azalma şeklinde eğilim göstermiştir.

Yoğurt örneklerinin depolama süresince en yüksek *Lactobacillus gasseri* sayısı %2 yeşil çay içeren örnekte belirlenmiştir. Depolamanın 1., 7. ve 21. günlerinde en düşük sayı kontrol örneğinde, 14. günde ise %4 yeşil çay içeren örnekte gözlemlenmiştir. Yoğurt örneklerinin depolama süresince *Lactobacillus gasseri* sayılarındaki değişimi Çizelge 4.9 ve Şekil 4.9'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Yoğurt örneklerinin depolama süresince *Lactobacillus gasseri* sayıları (log kob/g)

Örnekler	1. gün	7. gün	14. gün	21. gün
K	4,79±0,04 ^{Ba}	3,63±0,30 ^{Cc}	4,80±0,04 ^{Ca}	4,14±0,14 ^{Cb}
2	6,97±0,04 ^{Aa}	6,31±0,02 ^{Abc}	6,18±0,02 ^{Ac}	6,46±0,22 ^{Ab}
3	6,34±0,33 ^{Aa}	5,28±0,17 ^{Bb}	5,41±0,05 ^{Bb}	6,45±0,08 ^{Aa}
4	6,10±0,85 ^{Aa}	6,17±0,15 ^{Aa}	4,47±0,03 ^{Db}	5,50±0,02 ^{Ba}

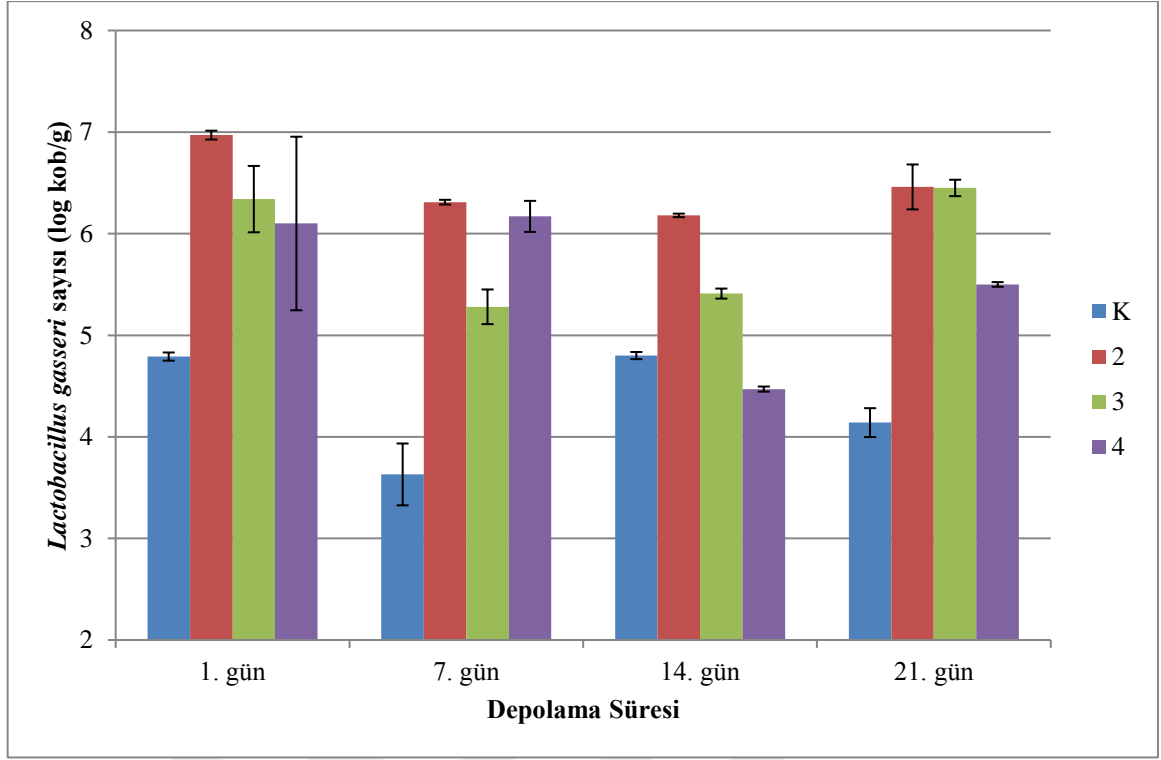
*a,b,c: Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir ($p<0,05$).

*A,B,C, D: Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p<0,05$).

Yoğurt örneklerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre, %3 yeşil çay içeren örneğinin 1. ve 21. gün *Lactobacillus gasseri* sayıları ile 7. ve 14. gün *Lactobacillus gasseri* sayıları kendi aralarında istatistiksel olarak benzerdir. %4 yeşil çay içeren örneğin 1. ve 7. gün sayıları istatistiksel olarak benzer bulunmuştur.

Depolama günlerine göre yoğurt örneklerinin *Lactobacillus gasseri* sayıları değişimi incelendiğinde, kontrol örneğinde 1. ve 14. gün sayıları istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. %3 yeşil çay içeren yoğurt örneklerinin 1. ve 21. gün sayıları istatistiksel olarak birbiriyle benzer bulunmuştur. Ayrıca aynı örneğin 7. ve 14. gün sayıları istatistiksel olarak birbiriyle benzer bulunmuştur. %4 yeşil çay içeren yoğurt örneklerinde 1., 7. ve 21. gün sayıları istatistiksel olarak birbiriyle benzer bulunmuştur. Tüm yoğurt örneklerinde *Lactobacillus gasseri* sayıları bakımından depolama günleri arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki *Lactobacillus gasseri* sayıları değişimi incelendiğinde, 1. günde %2, %3 ve %4 yeşil çay içeren örnekler istatistiksel olarak birbiriyle benzer bulunmuştur. 7. günde %2 ve %4 yeşil çay içeren örnekler istatistiksel olarak birbiriyle benzer bulunmuştur. 21. günde ise %2 ve %3 yeşil çay içeren örnekler istatistiksel olarak birbiriyle benzer bulunmuştur. Tüm depolama günlerinde *Lactobacillus gasseri* sayısı bakımından yoğurt örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).



Şekil 4.9. Yoğurt örneklerinin depolama süresince *Lactobacillus gasseri* sayısı

Avonts, Uytven ve Vuyst (2004)'in yaptıkları çalışmada beş ticari probiyotik suş da dahil olmak üzere yedi *Lactobacillus* suş tarafından büyüme, metabolizma ve bakteriyosin üretimi, MRS ortamında ve süt ortamında pH 6,5'te fermentasyon sırasında incelenmiştir. MRS ortamında fermentasyon sırasında *Lactobacillus gasseri* K7 sayısını 8,2 log kob/mL olarak bulmuşlardır. %1,0 (w/v) maya özütü ilave edilmiş süt ortamında gerçekleşen fermentasyon sırasında *Lactobacillus gasseri* K7 sayısını 8,7 log kob/mL olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada MRS ortamında ve süt ortamında fermentasyon sırasında *Lactobacillus gasseri* K7 sayıları bizim çalışmamızda 1. günde %2 yeşil çay içeren örnekte belirlenen *Lactobacillus gasseri* sayısından biraz yüksek olduğu belirlenmiştir.

Baltova ve Dimitrov (2014)'un yaptıkları çalışmada, ticari dondurularak kurutulmuş DVS (Direct Vat Set) yoğurt starter kültürlerine (LBB 41-8, LBB 554V ve LBB 435), geleneksel starter kültürler (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*) ve insan kaynaklı *Lactobacillus gasseri* 4/13 suşu yardımcı kültür olarak ilave edilerek yoğurt örnekleri üretilmiştir. *Lactobacillus gasseri* 4/13 sayısı 1. gün $4,3 \times 10^8$ kob/mL'den 21. günde $9,1 \times 10^7$ kob/mL'ye düşmüştür. 21 günlük depolama süresi boyunca *Lactobacillus gasseri* 4/13 sayısı 10^6 kob/mL kritik eşiğin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada *Lactobacillus gasseri* 4/13 sayısının bizim çalışmamızdaki *Lactobacillus gasseri*

sayısından fazla olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni muhtemelen yoğurt üretiminde *Lactobacillus gasseri* 4/13 yanında ticari dondurularak kurutulmuş DVS (Direct Vat Set) yoğurt starter kültürleri ve geleneksel starter kültürlerinin kullanılmasıdır.

4.2.2. *Streptococcus thermophilus* Sayısı

Depolama süresince yoğurt örneklerinin *Streptococcus thermophilus* sayısı 7,99 ile 9,16 log kob/g arasında değişmektedir. Depolama süresince yoğurtların *Streptococcus thermophilus* sayısı incelendiğinde en düşük *Streptococcus thermophilus* sayısının depolamanın 7. gününde %3 yeşil çay içeren örnekte, en yüksek *Streptococcus thermophilus* sayısının ise depolamanın 21. gününde kontrol örneğinde olduğu belirlenmiştir.

Yoğurt örneklerinin depolama süresince *Streptococcus thermophilus* sayıları Çizelge 4.10 ve Şekil 4.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Yoğurt örneklerinin depolama süresince *Streptococcus thermophilus* sayıları (log kob/g)

Örnekler	1. gün	7. gün	14. gün	21. gün
K	8,72±0,03 ^{ABb}	8,84±0,16 ^{Aab}	8,99±0,08 ^{Aab}	9,16±0,29 ^{Aa}
2	8,59±0,11 ^{Ba}	8,63±0,08 ^{Aa}	8,51±0,50 ^{Aa}	8,83±0,11 ^{Ba}
3	8,78±0,07 ^{Aa}	7,99±0,41 ^{Bb}	8,41±0,12 ^{Aa}	8,71±0,05 ^{Ba}
4	8,67±0,07 ^{ABa}	8,43±0,11 ^{ABa}	8,28±0,53 ^{Aa}	8,70±0,08 ^{Ba}

*a,b,c: Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir ($p<0,05$).

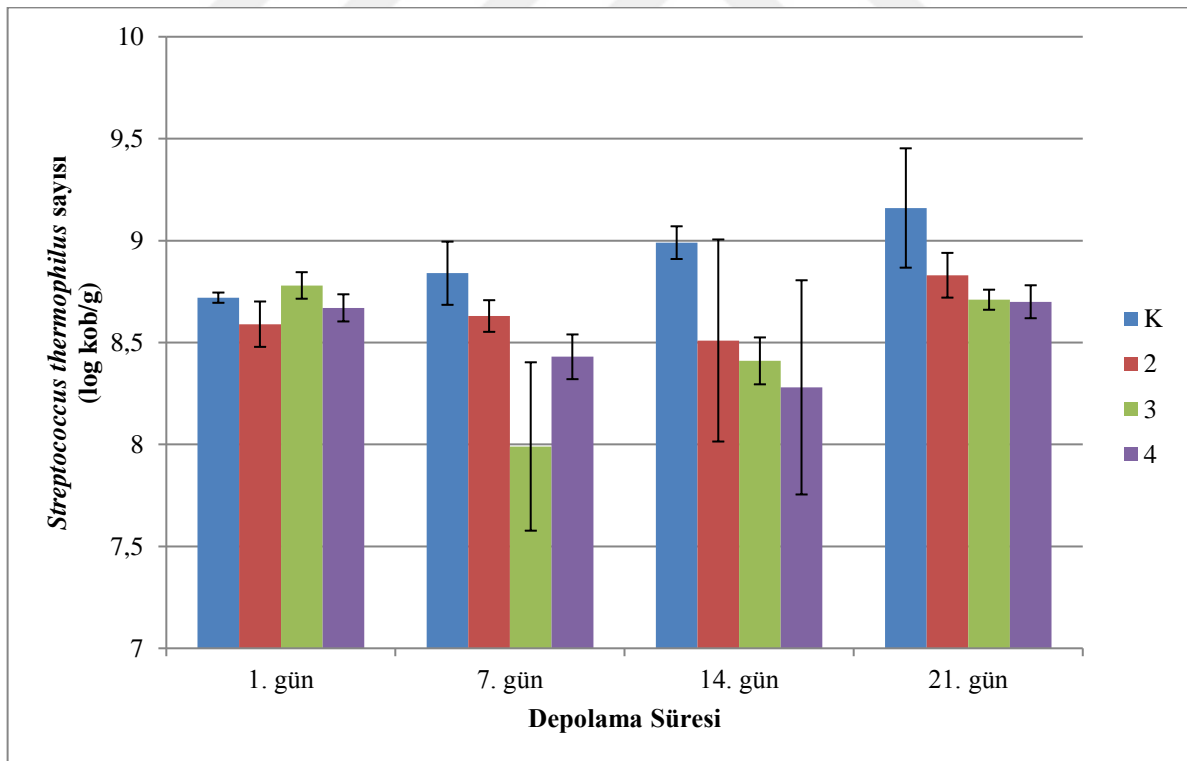
*A,B,C, D: Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p<0,05$).

Yoğurt örneklerinin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, kontrol örneğinin 7. ve 14. gün *Streptococcus thermophilus* sayıları istatistiksel olarak birbiriyle benzer bulunmuştur. %2 yeşil çay içeren örnekte 1. ve 21. gün sayıları ile 7. ve 14. gün sayıları kendi arasında istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. %3 yeşil çay içeren örnekte 1. ve 14. gün sayıları istatistiksel olarak birbiriyle benzer belirlenmiştir. %4 yeşil çay içeren örnekte 1. ve 7. gün sayıları istatistiksel olarak benzer bulunmuştur.

Depolama günlerine göre yoğurt örneklerinin *Streptococcus thermophilus* sayıları değişimi incelendiğinde, kontrol yoğurdunda düzenli bir artış gözlemlenmiştir ve 7. ve 14. gün sayıları istatistiksel olarak birbiriyle benzer bulunmuştur. %2 yeşil çay içeren örnekte,

sayılar artma azalma şeklinde bir eğilim gözlemlenmiştir. Depolama günleri arasında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). %3 yeşil çay içeren yoğurt örneklerinde 1., 14. ve 21. günleri sayıları istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. %4 yeşil çay içeren yoğurt örnekleri depolama günleri arasında fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Kontrol ve %3 yeşil çay içeren örneklerin *Streptococcus thermophilus* sayıları bakımından depolama günleri arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki *Streptococcus thermophilus* sayıları değişimi incelendiğinde, 1. günde kontrol ve %4 yeşil çay içeren örneklerin istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. 7. günde kontrol ve %2 yeşil çay içeren örneklerin istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. 14. gün tüm yoğurt örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). 21. günde ise %2, %3 ve %4 yeşil çay içeren örnekler istatistiksel olarak birbiriyle benzer bulunmuştur. Depolamanın 1., 7. ve 21. günlerindeki *Streptococcus thermophilus* sayıları bakımından yoğurt örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).



Şekil 4.10. Yoğurt örneklerinin depolama süresince *Streptococcus thermophilus* sayısı

Çakmakçı vd. (2019)'nin yaptığı çalışmada *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* içeren kontrol yoğurdu, *Lactobacillus acidophilus* içeren probiyotik yoğurt ve *Lactobacillus acidophilus* ile birlikte %1 ve %2 yeşil çay tozu içeren yoğurt örnekleri üretilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, *Streptococcus thermophilus* sayısı 8,18-8,86 log kob/g arasında olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince en yüksek *Streptococcus thermophilus* değerleri kontrol örneğinde, en düşük *Streptococcus thermophilus* değerleri ise depolamanın 1., 7. ve 14. gününde probiyotik ve %2 yeşil çay tozu içeren örnekte 21. günde ise probiyotik ve %1 yeşil çay tozu içeren örnekte belirlenmiştir. Bu çalışmada *Streptococcus thermophilus* sayısı ile en yüksek değerlerin kontrol örneğinde belirlenmesi açısından bizim çalışmamızla benzerlik göstermiştir.

Najgebauer-Lejko (2014)'nin yaptığı çalışmada ise %5, %10 ve %15 oranlarında yeşil çay içeren biyoyoğurtlar ve asidofilus sütleri üretilmiştir. Biyoyoğurtlara starter olarak *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Bb-12 bakterilerinin içerdiği ABT-1 kültürü kullanılmıştır. Doğal ve yeşil çay içeren biyoyoğurtların *Streptococcus thermophilus* sayısı 21 günlük depolama süresince 8,47-9,12 log kob/g arasında olduğu bildirmiştir. Yeşil çay ilavesinin biyoyoğurtlardaki *Streptococcus thermophilus* sayısını etkilemediği belirlenmiştir. Bu çalışmada *Streptococcus thermophilus* sayısı açısından bizim çalışmamızla benzerlik göstermiştir.

Ünal vd. (2018)'nin yaptığı çalışmada %2 ve %4 oranında yeşil ve siyah çay ilaveli içilebilir yoğurt üretilmiştir. Yoğurt starter kültürü olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kullanılmıştır. %2 yeşil çay içeren örneğin *Streptococcus thermophilus* sayısı (6,86-8,70 log kob/g), %4 yeşil çay içeren örneğe (6,73-8,55 log kob/g) göre daha yüksek olduğu ve depolama günlerinde önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince en yüksek *Streptococcus thermophilus* sayısı kontrol örneğinde (7,41-8,83 log kob/g) gözlemlenmiştir. İçme yoğurduna çay ilavesinin, depolama süresince *Streptococcus thermophilus* bakterisinin büyümesini ve hayatta kalmasını arttırmadığı sonucuna varmışlardır. Bu çalışmada elde edilen *Streptococcus thermophilus* sayısı değerleri bizim çalışmamıza göre düşük olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni, yoğurt starter kültürünün farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. En yüksek değerlerin kontrol yoğurdunda olması bakımından ise bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Najgebauer-Lejko, Sady, Grega ve Walczycka (2011)'nin yaptığı çalışmada, inek sütüne %5, %10 ve %15 yeşil çay veya Pu-erh çay ilave edilerek yoğurt örnekleri

hazırlanmıştır. Yoğurt starter kültürü olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kullanılmıştır. Yoğurt örneklerinin *Streptococcus thermophilus* sayısı 10^7 - 10^9 kob/g aralığında dalgalandığı belirlenmiştir. Genel olarak %5 yeşil çay içeren örnek, ilave çay içermeyen yoğurtla karşılaştırıldığında daha düşük *Streptococcus thermophilus* değerine sahiptir. %10 ve %15 yeşil çay içeren örneklerden daha yüksek *Streptococcus thermophilus* değerine sahip olduğu belirlenmiştir. *Streptococcus thermophilus* değeri genellikle ilk 2 hafta boyunca hafifçe artmış ve daha sonra sayılarında stabilizasyon veya hafif bir azalma gözlemlenmiştir. Bu çalışma yeşil çay içermeyen örneğin *Streptococcus thermophilus* sayısının yeşil çaylı örnekten fazla olması ve *Streptococcus thermophilus* sayısının 10^7 - 10^9 kob/g aralığında olması bakımından bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

4.3. Reolojik Özellikler

Bu çalışmada kontrol, %2, %3 ve %4 yeşil çay içeren yoğurt örneklerinin reolojik analizleri 8 °C'de gerçekleştirilmiştir. Yoğurt örneklerinin reolojik analizleri depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde yapılmıştır.

Çizelge 4.11'de farklı oranlarda yeşil çay ilave edilmiş probiyotik yoğurt örneklerinin Kıvam katsayısı (K), akış davranış indeksi (n) ve R^2 değerleri verilmiştir.

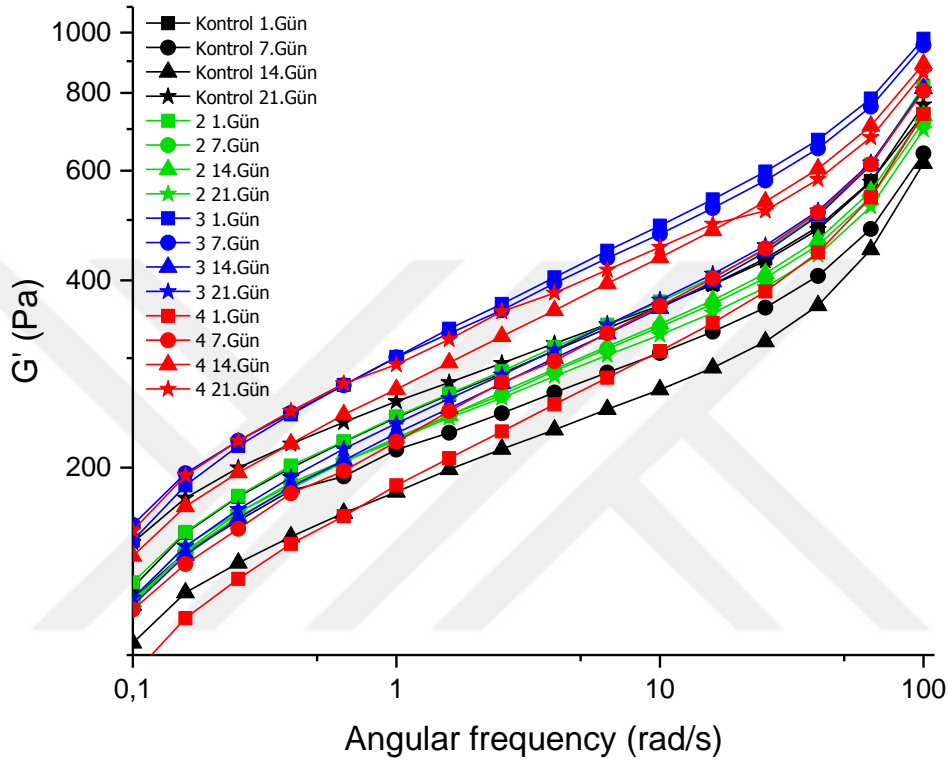
Çizelge 4.11. Farklı oranlarda yeşil çay ilave edilmiş probiyotik yoğurt örneklerinin kıvam katsayısı (K), akış davranış indeksi (n) ve R² değerleri

GÜNLER	ÖRNEKLER	G'			G''		
		n'	K'	R ²	n'	K'	R ²
1	Kontrol	0,24±0,0065 Cb	228,2±4,89 ^{Bb}	0,96	0,16±0,002 Da	75,33±0,40 ^{Ca}	0,99
	2	0,26±0,008 ^{Ba}	226,71±6,36 ^{Ba}	0,95	0,18±0,002 Ca	79,04±0,43 ^{Ba}	0,99
	3	0,25±0,005 ^{BCb}	288,87±4,60 ^{Aa}	0,98	0,2±0,001 ^{Bb}	108,24±0,37 Aa	0,99
	4	0,30±0,009 ^{Aa}	171,94±5,51 ^{Cd}	0,96	0,2±0,001 ^{Ac}	68,83±0,23 Dd	0,99
7	Kontrol	0,23±0,008 ^{Cb}	201,69±5,17 ^{Bc}	0,94	0,16±0,003 Cab	62,38±0,55 Db	0,98
	2	0,25±0,008 ^{Bab}	210,98±5,39 ^{Bb}	0,95	0,17±0,002 Bb	72,8±0,45 ^{Cc}	0,99
	3	0,25±0,005 ^{Bb}	287,46±4,99 ^{Aa}	0,98	0,2±0,001 ^{Aa}	102,63±0,38 Ab	0,99
	4	0,28±0,007 ^{Ab}	209,58±5,12 ^{Bc}	0,97	0,2±0,001 ^{Ab}	79,6±0,29 ^{Bc}	0,99
14	Kontrol	0,26±0,010 ^{Ba}	171,14±5,81 ^{Cd}	0,92	0,16±0,003 Dbc	55,98±0,49 ^{Dc}	0,98
	2	0,26±0,008 ^{Bab}	210,61±5,51 ^{Bb}	0,95	0,18±0,0015 Ca	74±0,35 ^{Cb}	0,99
	3	0,28±0,008 ^{Aa}	212,52±5,84 ^{Bb}	0,98	0,19±0,001 Bb	76,22±0,35 ^{Bd}	0,99
	4	0,26±0,005 ^{Bc}	257,4±4,55 ^{Ab}	0,98	0,21±0,001 Aa	95,54±0,25 Ab	0,99
21	Kontrol	0,23±0,008 ^{Cb}	243,204±6,42 Ba	0,93	0,16±0,003 Dc	75,34±0,70 ^{Ca}	0,97
	2	0,24±0,008 ^{Bb}	209,8986±5,59 Db	0,94	0,16±0,002 ^{Cc}	71,88±0,52 Dd	0,98
	3	0,27±0,007 ^{Aa}	221,5785±5,43 Cb	0,96	0,2±0,001 ^{Ab}	79,08±0,36 ^{Bc}	0,99
	4	0,23±0,006 ^{Cd}	285,1154±5,22 Aa	0,98	0,18±0,001 Bd	106,48±0,33 Aa	0,99

*a,b,c,d: Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir ($p < 0,05$).

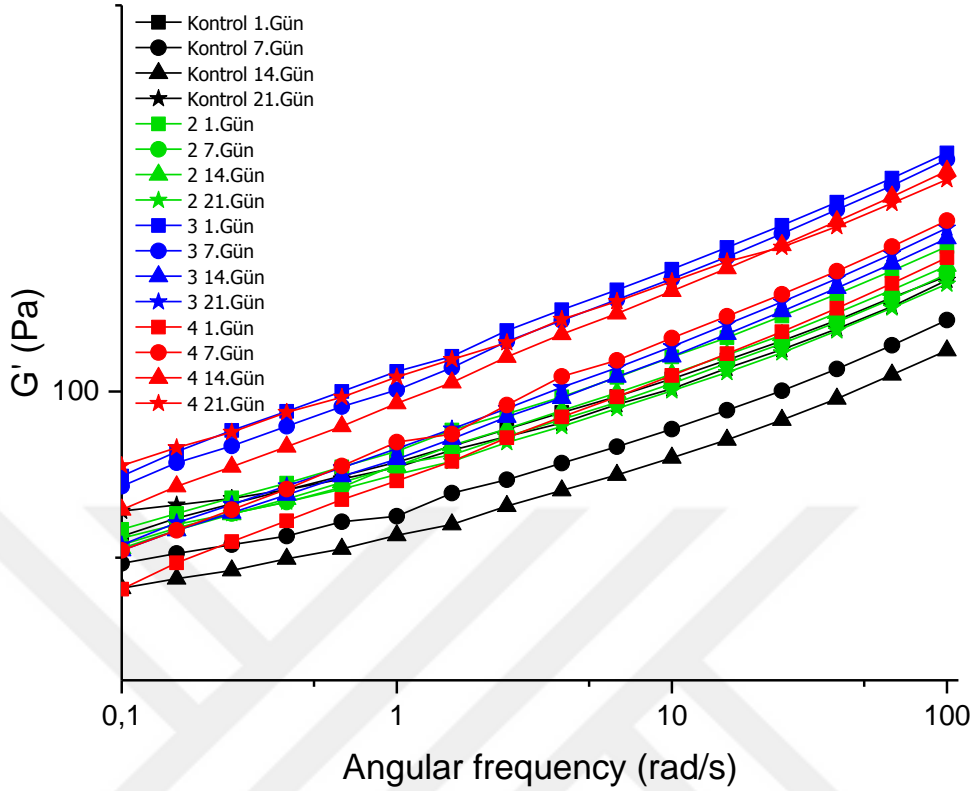
*A,B,C, D: Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p < 0,05$).

Şekil 4.11'de yoğurt örneklerinin depolama süresince G' (Pa) (depolama (elastik) modülü) / Açısal frekans (rad/s) grafiği verilmiştir. En yüksek G' değeri depolamanın 1. ve 7. gününde %3 yeşil çay içeren örnekte, en düşük G' değeri ise depolamanın 7. ve 14. gününde kontrol örneğinde belirlenmiştir.



Şekil 4.11. Yoğurt örneklerinin depolama süresince G' (Pa) (depolama (elastik) modülü) / Açısal frekans (rad/s) grafiği

En yüksek G'' değeri depolamanın 1. ve 7. gününde %3 yeşil çay içeren örnekte, en düşük G'' değeri ise depolamanın 7. ve 14. gününde kontrol örneğinde belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin depolama süresince G'' (Pa) (kayıp (viskoz) modül) / Açısal frekans (rad/s) grafiği Şekil 4.12'de verilmiştir.



Şekil 4.12. Yoğurt örneklerinin depolama süresince G'' (Pa) (kayıp (viskoz) modül) / Açılal frekans (rad/s) grafiği

4.3.1. Akış İndeksi (n) Değerlerinin Karşılaştırılması

Yoğurt örneklerinin depolama (elastik) modülü (G'), akış indeksi değerleri (n) 0,23 ile 0,30 arasında değişmiştir. Yoğurt örneklerine ait en düşük akış indeksi değerleri depolamanın 7. gününde kontrol örneğinde ve depolamanın 21. gününde kontrol ve %4 yeşil çay içeren örnekte, en yüksek akış indeksi değeri ise depolamanın 1. gününde %4 yeşil çay içeren örnekte belirlenmiştir. Genel olarak depolamanın 1. ve 7. gününde %4 yeşil çay içeren örnek, 14. ve 21. gününde ise %3 yeşil çay içeren örneğin akış indeksi değerleri diğer örneklere göre yüksektir. Yoğurt örneklerinin akış indeksi değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,05$).

Kayıp (viskoz) modül (G'') akış indeksi değerleri ise 0,16 ile 0,21 arasında değişiklik göstermiştir. Yoğurt örneklerine ait en düşük akış indeksi değerleri depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde kontrol örneğinde ve 21. gününde kontrol ve %2 yeşil çay içeren örnekte, en

yüksek akış indeksi değeri depolamanın 14. gününde %4 yeşil çay içeren örnekte belirlenmiştir. Genel olarak %3 ve %4 yeşil çay içeren örneklerin akış indeksi değerlerinin kontrol ve %2 yeşil çay içeren örneklere göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin akış indeksi değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Akış indeksi değerleri (n) Newtonyen davranıştan ne kadar uzaklaştığını belirtmektedir. n değeri 0 ile 1 arasında ise psödoplastik akış (kaymayla incelen), 1 ise akışkan Newtonyen, 1'den büyükse dilatant akış (kaymayla kalınlaşan) olarak belirtilmektedir (Davulcu, 2012). Yaptığımız çalışmada tüm yoğurt örneklerinin n değeri 0 ile 1 arasında olduğu için psödoplastik akış (kaymayla incelen) sergilediği belirlenmiştir. İyi bir yoğurt Newtonyen olmayan akış özelliğine sahip olmalıdır (Prajapati, Shrigod, Prajapati ve Pandit, 2016). Yaptığımız çalışma da newtonyen olmayan akış özelliği gösterdiği için benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

4.3.2. Kıvam İndeksi (K) Değerlerinin Karşılaştırılması

Yoğurt örneklerinin depolama (elastik) modülü (G'), kıvam indeksi değerleri (K) 171,14 ile 288,87 arasında değişmiştir. Yoğurt örneklerine ait en düşük kıvam indeksi değerleri depolamanın 14. gününde kontrol örneğinde (171,14) ve 1. gününde %4 yeşil çay içeren örnekte (171,94), en yüksek kıvam indeksi değerleri depolamanın 1. gününde %3 yeşil çay içeren örnekte belirlenmiştir. Genel olarak depolamanın 1. ve 7. gününde %3 yeşil çay içeren örnek, 14. ve 21. gününde ise %4 yeşil çay içeren örneğin kıvam indeksi değerleri diğer örneklere göre yüksektir. Yoğurt örneklerinin kıvam indeksi değerleri farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Kayıp (viskoz) modül (G''), kıvam indeksi değerleri ise 55,98 ile 108,24 arasında değişiklik göstermiştir. Yoğurt örneklerine ait en düşük kıvam indeksi değeri depolamanın 14. gününde kontrol örneğinde, en yüksek kıvam indeksi değeri ise depolamanın 1. gününde %3 yeşil çay içeren örnekte belirlenmiştir. Genel olarak depolamanın 1. ve 7. gününde %3 yeşil çay içeren örnek, 14. ve 21. gününde ise %4 yeşil çay içeren örneğin kıvam indeksi değerleri diğer örneklere göre yüksektir. Yoğurt örneklerinin kıvam indeksi değerleri farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Kıvam indeksi değerleri (K) viskoziteye karşılık gelmektedir (Davulcu, 2012). Viskozite değişimlerine sıcaklık, protein ve iyon değerlerinde mevsimsel olarak meydana gelen

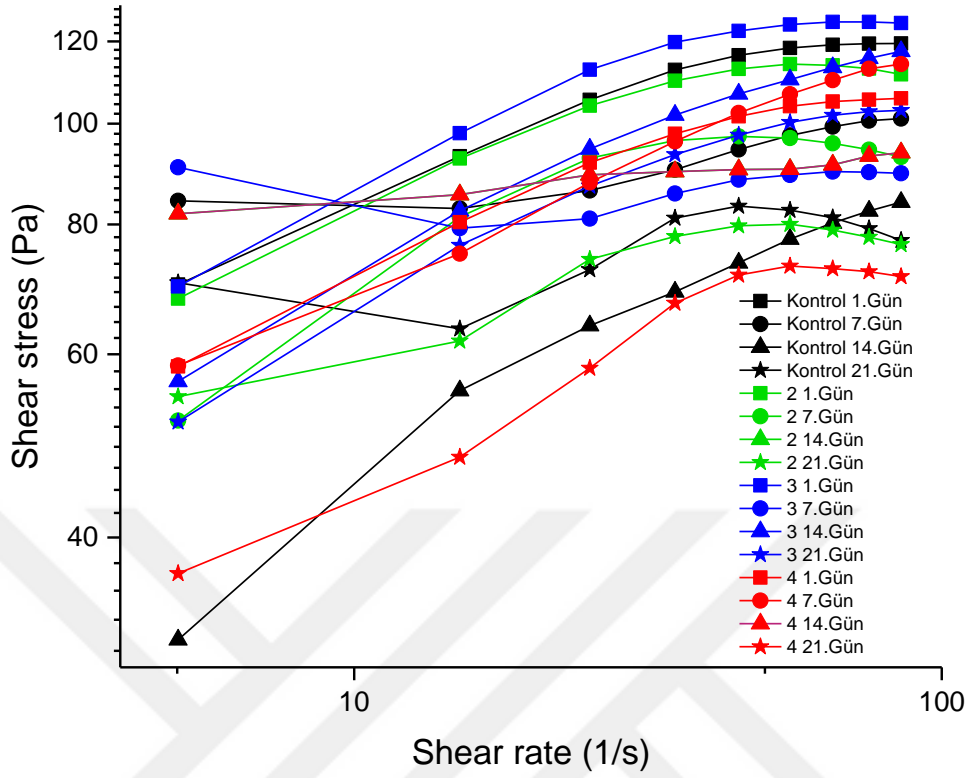
değişiklik, işleme, gıda kompozisyonu, inkübasyon ve depolama koşulları etkilemektedir (Davulcu, 2012; Özdemir, 2004). Yoğurt örnekleri viskoelastik özellik göstermektedir. İyi bir yoğurtta viskoelastik özelliklere sahip olduğu için bu çalışmada benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Prajapati vd., 2016).

4.3.3. Kayma Hızı ve Kayma Gerilimi İlişkisi

Yoğurt örneklerinin depolama süresince kayma hızına (1/s) bağlı kayma gerilmesi (Pa) grafiği Şekil 4.13'de verilmiştir. Şekle göre tüm yoğurt örneklerinin kayma gerilmesi kayma hızıyla arttığı için psödoplastik akış sergilediği belirlenmiştir.

Başlangıç kayma hızında (1/sn) en yüksek kayma gerilimi depolamanın 7. gününde %3 yeşil çay içeren örnekte, en düşük kayma gerilimi ise depolamanın 14. gününde kontrol örneğinde görülmektedir. Bitiş kayma hızında (100/s) en yüksek kayma gerilimi depolamanın 1. gününde %3 yeşil çay içeren örnekte, en düşük kayma gerilimi ise depolamanın 21. gününde %4 yeşil çay içeren örnekte belirlenmiştir. Kayma hızına (1/sn) bağlı kayma gerilmesi (Pa) en yüksek depolamanın 1. gününde %3 yeşil çay içeren örnekte, en düşük depolamanın 21. gününde %4 yeşil çay içeren örnekte belirlenmiştir.

Kayma gerilimi ile kayma hızı arasındaki ilişki doğrusal olduğunda Newtonyen akışkandır ve viskozitenin sabit olması ve kayma hızından etkilenmemesidir. Kayma gerilimi ile kayma hızı arasındaki ilişki doğrusal olarak değişmediğinde Newtonyen olmayan akışkandır ve akış özellikleri kayma hızından etkilenmektedir. Newtonyen olmayan akışkanlarda sabit viskozite yoktur (Davulcu, 2012). Yoğurt örneklerinin Newtonyen olmayan akış grubunda yer alan psödoplastik akış özelliği sergilediği belirlenmiştir. İyi bir yoğurt Newtonyen olmayan akış özelliğine sahip olmalıdır (Prajapati vd., 2016). Yaptığımız çalışma da newtonyen olmayan akış özelliği gösterdiği için benzer sonuçlara ulaşılmıştır.



Şekil 4.13. Yoğurt örneklerinin depolama süresince kayma gerilmesi (Pa) / kayma hızı (1/s) grafiği

Zhou vd. (2021)'nin yaptığı çalışmada, tek tür probiyotik suş ve karışık tür probiyotik suşlar kullanılarak üretilen yoğurt örnekleri karşılaştırılmıştır. *Lactobacillus gasseri* LGZ 1029'un eklenmesi, Herschel-Bulkley reolojik davranış model analizi ile gösterildiği gibi psödoplastik davranışı arttırmıştır. Bu çalışmalardaki elde edilen sonuçların bizim çalışmamız ile benzer olduğu belirlenmiştir.

Dönmez vd. (2017)'nin yaptıkları çalışmada, %1 ve %2 oranında yeşil kahve tozu veya %0,01, %0,02, %1 ve %2 oranında yeşil çay tozu ilave edilerek yoğurt örnekleri üretilmiştir. Yoğurt kültürü olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre yoğurt örneklerinin ortalama akış davranış indeksi aralığının 0,78 ile 0,58 arasında olduğu ve görünür viskozitenin artan kayma hızı ile azaldığı belirlenmiştir. Bu bulgular, tüm konsantrasyonlarda her numune için psödoplastik davranış gözlemlenmiştir. %1 ve %2 oranında yeşil çay tozu içeren yoğurt örneklerinin akış davranış indeksi, depolamanın ilk gününde kontrol, % 0,01 ve % 0,02 oranında yeşil çay tozu içeren yoğurt örneklerine göre daha yüksek olduğu, ancak

depolamanın 14. gününe kadar azaldığı belirlenmiştir. 14. günden sonra tüm örneklerin akış davranış indeksleri depolamanın sonuna kadar sabit kaldığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmada yoğurt örneklerinin ortalama akış davranış indeksi değerlerinin ve diğer belirlenen değerlerin bizim çalışmamızdan farklı olmasının sebebi, kullanılan yoğurt kültürünün farklı olması ve yeşil çay tozu kullanılması olabilir. Çünkü bizim çalışmamızda farklı olarak *Lactobacillus gasseri* kültürü ve yeşil çay kullanılmıştır. Psödoplastik davranıştan dolayı ise bu çalışma bizim çalışmamızla benzer sonuçlar vermektedir.

4.3.4. Viskozite

Yoğurt örneklerinin viskozite değerleri 28,41 ile 59,29 (Pa.s) arasında değişmiştir. Depolama süresince yoğurtların viskozite değerleri incelendiğinde en yüksek viskozite değerinin depolamanın 1. gününde %2 yeşil çay içeren örnekte, en düşük viskozite değerinin ise depolamanın 21. gününde %4 yeşil çay içeren örnekte olduğu belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin depolama süresince viskozite değerleri Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Yoğurt örneklerinin depolama süresince viskozite değerleri (Pa.s)

Örnekler	1. gün	7. gün	14. gün	21. gün
K	52,15±5,51 ^{BCa}	54,92±1,00 ^{Aa}	23,31±0,42 ^{Cc}	37,21±2,19 ^{Cb}
2	59,29±4,24 ^{Aa}	49,11±0,91 ^{Bbc}	53,40±1,01 ^{Ab}	45,57±1,04 ^{Ac}
3	57,71±1,30 ^{ABa}	49,24±0,97 ^{Bb}	46,41±3,54 ^{Bb}	40,6±0,86 ^{Bc}
4	46,99±0,34 ^{Cb}	39,64±0,48 ^{Cc}	50,32±0,11 ^{Aa}	28,41±1,41 ^{Dd}

*a,b,c,d: Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir ($p<0,05$).

*A,B,C, D: Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p<0,05$).

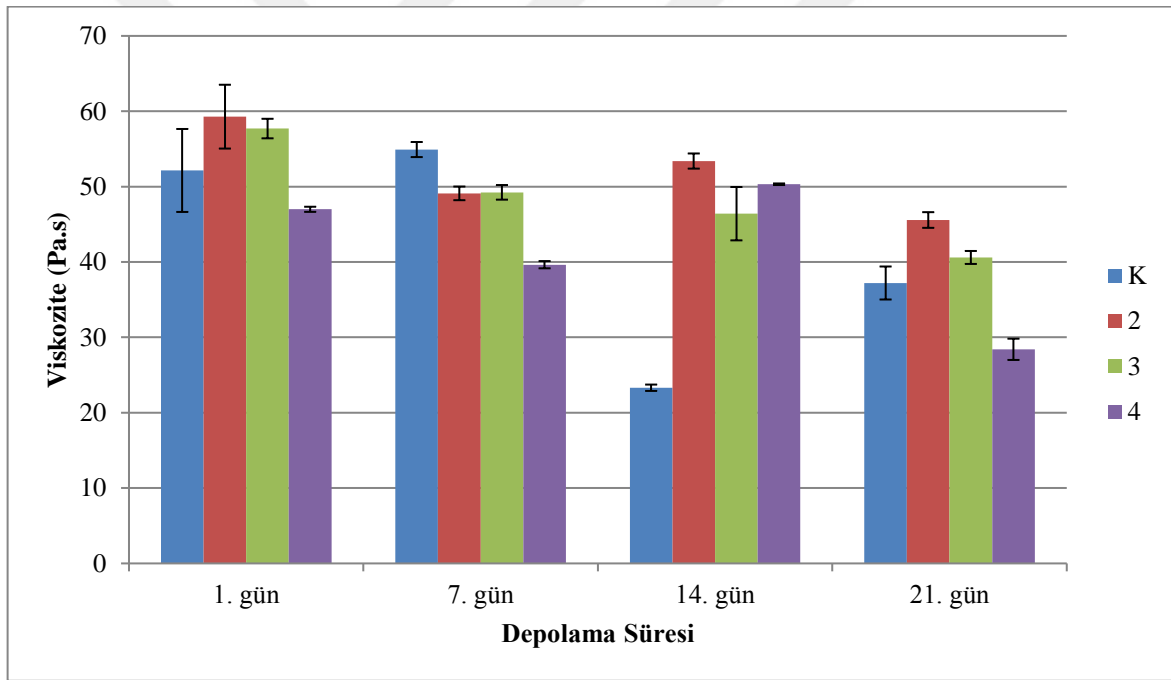
Yoğurt örneklerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre, %3 yeşil çay içeren örneğinin 7. ve 14. gün viskozite değerlerinin istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur.

Depolama günlerine göre yoğurt örneklerinin viskozite değerleri değişimi incelendiğinde, kontrol örneğinin artma azalma şeklinde bir eğilim gözlemlenmiştir ve 1. ve 7. gün değerleri istatistiksel olarak birbiriyle benzer bulunmuştur. %2 yeşil çay içeren örnekte, değerler artma azalma şeklinde bir eğilim gözlemlenmiştir. %3 yeşil çay içeren örnekte

düzenli bir azalış gözlemlenmiştir ve 7. ve 14. gün değerleri istatistiksel olarak birbiriyle benzer bulunmuştur. %4 yeşil çay içeren örnekte ise azalma artma şeklinde bir eğilim gözlemlenmiştir. Tüm yoğurt örneklerinde viskozite değerleri bakımından depolama günleri arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki viskozite değerleri değişimi incelendiğinde, 7. günde %2 ve %3 yeşil çay içeren örnekler istatistiksel olarak birbiriyle benzer olduğu bulunmuştur. 14. günde %2 ve %4 yeşil çay içeren örnekler istatistiksel olarak birbiriyle benzer bulunmuştur. Tüm depolama günlerinde viskozite değerleri bakımından yoğurt örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Yoğurt örneklerinin depolama süresince viskozite değerleri değişimi Şekil 4.14'de gösterilmiştir.



Şekil. 4.14. Yoğurt örneklerinin depolama süresince viskozite değerleri değişimi (Pa.s)

Yoğurdun kalitesi ve reolojik özelliklerinde etkili olan viskozite, bir sıvının uygulanan kesme kuvvetine karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmaktadır (Labropoulos, Lopez ve Palmer, 1981; Tosun, 2007). İyi bir yoğurdun viskozitesi yüksek olmalıdır. Yoğurt örneklerinde viskozite değerleri depolama süresince değişkenlik göstermiştir. 21. gün sonunda %2 ve %3 yeşil çay içeren örneğin viskozite değeri diğer örneklere göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Yoğurt üretiminde kullanılan *Lactobacillus gasseri* ve *Streptococcus thermophilus* bakteri ile, ilave edilen yeşil çayın yoğurt örneklerinin reolojik özelliklerinde

etkili olduğu belirlenmiştir. Belirli oranlarda yeşil çay ilavesinin yoğurdun reolojik özelliklerini geliştirdiği fazla miktarda yeşil çay ilavesinin yoğurt örneklerinin reolojik özellikleri üzerine olumsuz etkiye neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan reolojik analizler sonucunda en iyi reolojik özelliğin %3 yeşil çay içeren probiyotik yoğurt örneğinde belirlenmiştir.

Glibowski vd. (2019), yaptığı çalışmada %4, %8 ve %12 oranında siyah, kırmızı, yeşil ve beyaz çay ilave edilerek yoğurt örnekleri üretilmiştir. Yoğurt rnekleri retiminde DVS ABT-1 kültürü (*Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 ve *Streptococcus thermophilus* TH-4) kullanılmıştır. Yoğurt örneklerine yeşil çay ekstraktının eklenmesiyle görünür viskozitelerinin azaldığı ve özellikle %12 ekstrakt ilavesinde viskozitede kaydedilen düşüş bariz göründüğünü gözlemlemişlerdir. Depolama süresi yoğurtların görünür viskozitesini önemli ölçüde değiştirmediği için %12'ye kadar çay ekstraktlarının eklenmesinin mümkün olduğunu belirlemişlerdir. Yoğurt rneklerinin 14 günlük depolama süresince viskozite değerleri sırasıyla %4 yeşil çay içeren örnekte 250-291 mPa.s arasında, %8 yeşil çay içeren örnekte 204-253 mPa.s arasında ve %12 yeşil çay içeren örnekte ise 167-221 mPa.s arasında olduğu belirlenmiştir.

Lim (2017)'nin yaptığı çalışmada yoğurt örneklerine %0,5, %1, %2 ve %5 oranında yeşil çay ilave edilerek yoğurt örnekleri üretilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, yeşil çay miktarı arttıka *L. acidophilus* D11 ile fermente edilen yoğurdun viskozite değerinde (1085,84-1159,75 cps) artış gözlemlemiştir. Ancak *L. fermentum* D37 ile fermente edilen yoğurdun viskozite değerinin yeşil çay ilave edilmesinden etkilenmediği belirlenmiştir.

Zhou vd. (2021)'nin yaptığı çalışmada, tek tür probiyotik suş ve karışık tür probiyotik suşlar kullanılarak üretilen yoğurt örnekleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, *Lactobacillus gasseri* LGZ 1029 ile *Streptococcus thermophilus* CGMCC 1.2741 ve *Lactobacillus bulgaricus* CGMCC 1.290 içeren yoğurt örneğinin en yüksek viskozite tutarlılık indeksine sahip olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmalardaki viskozite değerleri ile bizim çalışmamızdaki viskozite değerlerinin farklı olmasının nedeni muhtemelen kullanılan kültürlerin ve yeşil çay miktarlarının farklı olmasıdır. Ayrıca evresel faktörler de viskoziteyi etkilemektedir.

4.4. Duyusal Analiz

Duyusal özellikler duyu organlarımızla algıladığımız ve üretilen gıda ürününün beğenilmesinde veya reddedilmesinde önemli bir kalite kriteridir. Yeni formülasyonlu ürünlerin geliştirilmesinde ve tüketicilerin beğeni ve beklentilerinin belirlenmesinde duyusal analiz oldukça önemlidir (Bulut vd. 2021).

Yoğurt örneklerinin "Görünüş", "Renk", "Tat", "Koku", "Kaşıkla Kıvam", "Ağızda Kıvam" ve "Genel Kabul Edilebilirlik" özellikleri bakımından panel grupları tarafından her bir özellik için 1-9 puan aralığında değerlendirilmiştir. Yoğurt örneklerinin duyusal analizi depolamanın 1. gününde yapılmıştır.

Yoğurt örneklerinin görünüş özellikleri panelistler tarafından 6,67-7,83 arasında puanlandırılmıştır. Görünüş olarak değerlendirilen yoğurt örneklerinde en yüksek puanı kontrol örneği, en düşük puanı ise %4 yeşil çay içeren örnek almıştır.

Yoğurt örneklerinin renk özellikleri panelistler tarafından 7,17-8,17 arasında puanlandırılmıştır. Renk olarak değerlendirilen yoğurt örneklerinde en yüksek puanı kontrol örneği, en düşük puanı ise %4 yeşil çay içeren örnek almıştır.

Yoğurt örneklerinin tat özellikleri panelistler tarafından 2,67-6,92 arasında puanlandırılmıştır. Tat olarak değerlendirilen yoğurt örneklerinde en yüksek puanı kontrol örneği, en düşük puanı ise %4 yeşil çay içeren örnek almıştır. Yeşil çay oranı arttıkça yoğurt örneklerinin tat puanı düşmektedir.

Yoğurt örneklerinin koku özellikleri panelistler tarafından 5,83-7,50 arasında puanlandırılmıştır. Koku olarak değerlendirilen yoğurt örneklerinde en yüksek puanı kontrol örneği, en düşük puanı ise %4 yeşil çay içeren örnek almıştır. Yeşil çay oranı arttıkça koku puanları azalmıştır.

Yoğurt örneklerinin kaşıkla kıvam özellikleri panelistler tarafından 7,00-8,17 arasında puanlandırılmıştır. Kaşıkla kıvam olarak değerlendirilen yoğurt örneklerinde en yüksek puanı kontrol örneği, en düşük puanı ise %3 yeşil çay içeren örnek almıştır.

Yoğurt örneklerinin ağızda kıvam değerleri özellikleri panelistler tarafından 5,67-7,67 arasında puanlandırılmıştır. Ağızda kıvam olarak değerlendirilen yoğurt örneklerinde en

yüksek puanı kontrol örneği, en düşük puanı ise %4 yeşil çay içeren örnek almıştır. Yeşil çay oranı arttıkça ağızda kıvam puanları azalmıştır.

Yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlikleri panelistler tarafından 3,50-7,67 arasında puanlandırılmıştır. Genel kabul edilebilirlik olarak değerlendirilen yoğurt örneklerinde en yüksek puanı kontrol örneği, en düşük puanı ise %4 yeşil çay içeren örnek almıştır. Yeşil çay oranı arttıkça yoğurt örneklerinin beğenisi düşmektedir.

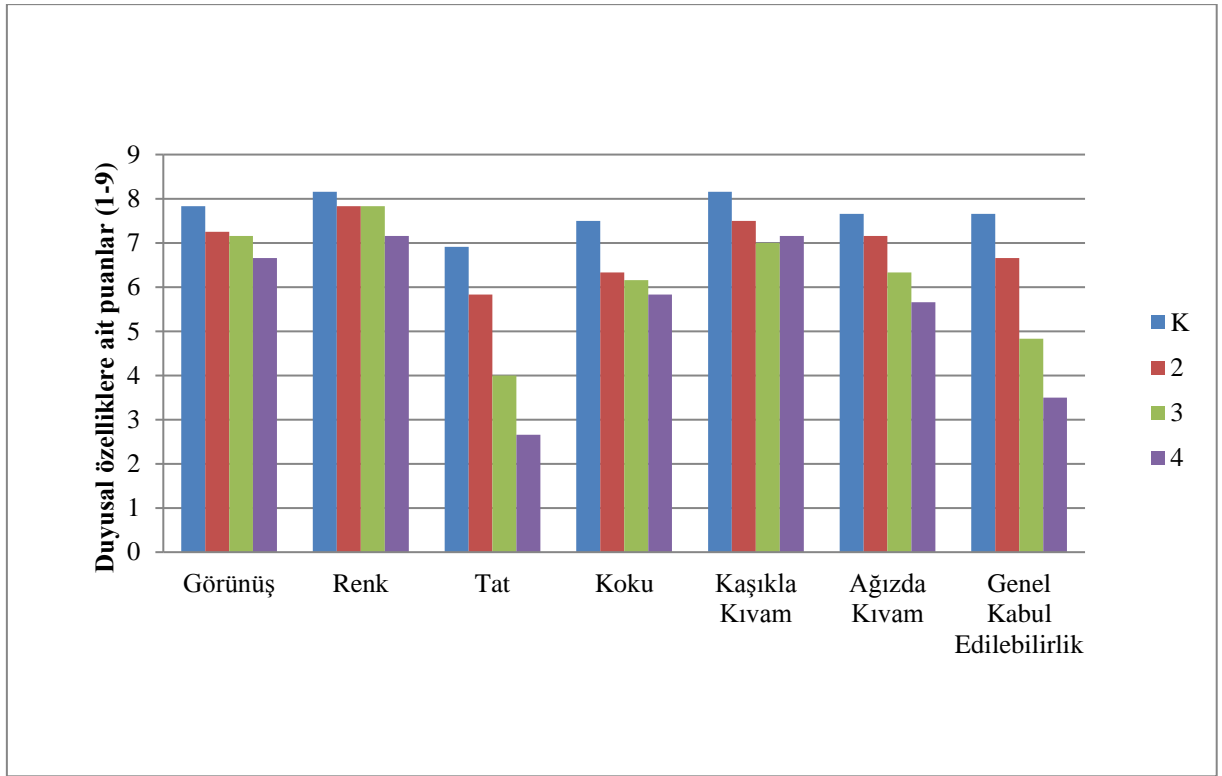
Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre yoğurt örneklerinin görünüş, renk, tat, koku, kaşıkla kıvam, ağızda kıvam ve genel kabul edilebilirlik puanlarının genellikle yoğurt örneklerindeki yeşil çay oranı arttıkça azaldığı belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin duyusal analiz puanları Çizelge 4.13 ve Şekil 4.15'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.13. Yoğurt örneklerinin duyusal analiz sonuçları

Örnek	Görünüş	Renk	Tat	Koku	Kaşıkla kıvam	Ağızda kıvam	Genel kabul edilebilirlik
K	7,83±1,33 ^A	8,17±0,98 ^A	6,92±0,49 ^A	7,50±1,38 ^A	8,17±0,75 ^A	7,67±0,52 ^A	7,67±0,82 ^A
2	7,25±1,67 ^A	7,83±0,98 ^A	5,83±0,98 ^A	6,33±1,75 ^A	7,50±1,38 ^A	7,17±0,98 ^A	6,67±0,82 ^A
3	7,17±1,17 ^A	7,83±0,75 ^A	4,00±1,41 ^B	6,17±1,60 ^A	7,00±0,89 ^A	6,33±1,75 ^A	4,83±1,72 ^B
4	6,67±1,03 ^A	7,17±0,98 ^A	2,67±1,21 ^C	5,83±1,72 ^A	7,17±1,17 ^A	5,67±2,34 ^A	3,50±2,07 ^B

Yapılan Duncan testi sonucunda görünüş, renk, koku, kaşıkla kıvam ve ağızda kıvam puanları bakımından yoğurt örneklerinin arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Tat ve genel kabul edilebilirlik bakımından yoğurt örnekleri arasındaki farkın ise istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Kontrol ve %2 yeşil çay içeren yoğurt örneklerinde tat puanları ve genel kabul edilebilirlik puanları istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. %3 ve %4 yeşil çay içeren yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları istatistiksel olarak benzer bulunmuştur.



Şekil 4.15. Yoğurt örneklerinin duyu analiz sonuçları

İyi ve kaliteli bir yoğurt, parlak, süt renginde, jel kıvamında, düzgün, sıkı ve homojen yapıda, kendine özgü hafif ekşimsi tatta ve iyi bir aroma gibi duyu özellikler göstermelidir (Akalan, 2011). Yaptığımız çalışmada sadece *Lactobacillus gasseri* ve *Streptococcus thermophilus* içeren kontrol örneğinin, yeşil çay içeren örneklere göre daha çok beğenildiği belirlenmiştir. Yeşil çay oranının artması yoğurt örneklerinin beğenilirliğini azaltmış, özellikle tat olarak yeşil çayın eklenmesi yoğurt örneğinin daha acı bir tat almasına sonuç olarak beğenilmemesine neden olmuştur. Sadece *Lactobacillus gasseri* ve *Streptococcus thermophilus* içeren kontrol örneğinin duyu özellikleri de normal kaliteli yoğurda göre az da olsa düşük değerler aldığı belirlenmiştir. Özellikle tat değeri olarak bu düşüş belirgindir. Sonuç olarak yoğurt örneklerine *Lactobacillus gasseri* ve *Streptococcus thermophilus* kültürleri ile birlikte artan yeşil çay ilavesiyle yoğurt örneklerinin duyu olarak beğenirliğinin azalttığı belirlenmiştir.

Rahmani vd. (2021)'nin yaptıkları çalışmada, yoğurt içerisine %0.5 sulu yeşil çay eklendiğinde yoğurdun görünümünün koyulaştığını ve görünüş kabulünün azaldığını belirlemiştir. Ekstrakt konsantrasyonunun %1'e çıkarılması ile renk değişimi artmış ve görünüm puanında düşüş gözlemlenmiştir. Yoğurt içerisine %0,5 oranında yeşil çay ekstraktı eklenmesi yoğurdun tadını ekstraktın ekşi tadına dönüştürmüştür. %1 yeşil çay ekstraktı ilave

ile ekstraktın tadı daha yoğun hale gelmiştir. Probiyotik yoğurtlara %0,5 ve %1 yeşil çay ekstraktının ilavesi yoğurt tadını bozması nedeniyle daha az kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir. Yeşil çay ekstraktındaki artışla birlikte yoğurdun viskozitesinin azaldığı ve yoğurt yapısı daha yumuşak hale geldiği gözlemlenmiştir. Bundan dolayı yeşil çay oranı arttıkça yapı değerinde azalma olduğu belirlenmiştir. Yeşil çay ekstraktındaki artışla birlikte genel kabul edilebilirlik değerinde azalma olduğu belirlenmiştir.

Glibowski vd. (2019), yaptığı çalışmada %4, %8 ve %12 oranında siyah, kırmızı, yeşil ve beyaz çay ilave edilerek yoğurt örnekleri üretilmiştir. Yoğurt örnekleri üretiminde DVS ABT-1 kültürü (*Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 ve *Streptococcus thermophilus* TH-4) kullanılmıştır. Yeşil çay ekstraktındaki artış yoğurt örneklerinin tadının acı olmasına neden olmuştur. Bundan dolayı yeşil çay miktarı arttıkça tat değerlerinde düştüğü belirlenmiştir. Yeşil çay ekstraktı arttıkça aroma değerinin düştüğü belirlenmiştir. Çay ekstrakt miktarı azaldıkça yoğurt kıvamının daha arzu edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Shokery vd. (2017)'nin yeşil çay veya moringa yaprağı ekstraktlarının ilave edilerek biyoyoğurtların üretildiği çalışmada, yoğurt üretiminde kültür olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kullanılmıştır. Duyusal değerlendirme sonucuna göre, %1 yeşil çay ilaveli yoğurdun kontrol örneğine göre daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir.

Chatterjee vd. (2018)'nin yaptığı çalışmada, %2 starter kültür kullanılarak üretilen sade yoğurt ve %2 oranda yeşil çayla ve %9 oranında çikolata şurubu ile demlenmiş çikolatalı yoğurtlara duyusal analiz yapılmıştır. Yeşil çayla demlenmiş çikolatalı yoğurtlara tüketici tarafından kabul edilebilirliğini arttırmak için bal ve şekerle ayrı ayrı karıştırılmıştır. Yoğurda yeşil çay, çikolata, şeker ve bal gibi bileşenlerin ilave edilmesi ile renk, lezzet, ağız hissi, tat ve genel kabul edilebilirlik gibi duyusal özelliklerin arttığı belirlenmiştir. Balla karıştırılmış yeşil çayla demlenmiş çikolatalı yoğurt örneğinin renk değerleri diğer yoğurtlara göre yüksek değer almıştır. Lezzet açısından sade yoğurt örneğinin duyusal değerinin daha düşük, balla karıştırılmış yeşil çayla demlenmiş çikolatalı yoğurt örneğinin en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir. Ağız hissi ve tat içinde neredeyse benzer sonuçlar gözlemlenmiştir. Duyusal analiz sonucunda en yüksek kabul edilebilirliği balla karıştırılmış yeşil çayla demlenmiş çikolatalı yoğurt örneğinde gözlemlenmiştir.

Mikky vd. (2021)'nin yaptığı çalışmada, *Lactobacillus gasseri* ve bu bakteriden ekstrakte edilmiş bakteriyosinler içme yoğurdu üretiminde kullanılmıştır. *Lactobacillus gasseri* ve ekstrakte edilmiş bakteriyosin ilavesi, içme yoğurdunun duyuşsal puanlarını arttırabileceği belirlenmiştir.

Zhou vd. (2021)'nin yaptığı çalışmada, tek tür probiyotik suş ve karışık tür probiyotik suşlar kullanılarak üretilen yoğurt örnekleri karşılaştırılmıştır. Yoğurt örneklerinde *Lactobacillus gasseri* LGZ 1029 (LG), ticari probiyotik *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469 (LGG) ve geleneksel fermantasyon suşları *Streptococcus thermophilus* CGMCC 1.2741 ve *Lactobacillus bulgaricus* CGMCC 1.290 (SL) kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, karışık suş içeren yoğurtların lezzet ve doku özelliklerinin, tek suş içeren yoğurtlara göre daha iyi olduğu belirlenmiştir. LG+SL içeren yoğurt örneği beğenilmiştir.

Bu çalışmalardaki elde edilen sonuçların bizim çalışmamız ile benzer olduğu belirlenmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus gasseri* kültürleri kullanılarak ve farklı oranlarda yeşil çay ilave edilerek (kontrol, %2, %3 ve %4 yeşil çay) 4 farklı probiyotik yoğurt üretilmiştir. Yoğurt örnekleri buzdolabı şartlarında (4 °C'de) 21 gün süreyle depolanmıştır. Bu yoğurt örneklerinin fizikokimyasal, mikrobiyolojik, reolojik ve duyusal analizleri yapılmıştır.

Fizikokimyasal analiz sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin pH, titrasyon asitliği, kuru madde, serum ayrılması, su tutma kapasitesi ve toplam fenolik madde değerleri bakımından depolama günleri arasındaki fark ve tüm depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Depolama süresince yeşil çay içeren örneklerin pH değerinin kontrol örneğine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada, kontrol yoğurdunun titrasyon asitliği değeri genel olarak yeşil çaylı yoğurt örneklerine göre biraz yüksek değerde olduğu bulunmuştur. Genel olarak yeşil çay içeriği arttıkça kuru madde içeriğinde artış gözlemlenmiştir. Yoğurt örneklerinin kuru madde içeriği depolama süresince artma eğilimi göstermiştir. Serum ayrılması değerleri ise depolama süresi uzadıkça azaldığı belirlenmiştir. Depolama süresince ilave edilen yeşil çay miktarı arttıkça su tutma kapasitesinin azaldığı belirlenmiştir. Renk analizi sonucuna göre, L*, a*, b* değerleri bakımından yoğurt örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Yoğurt örneklerinde yeşil çay ilavesi arttıkça L* değerinin tüm örneklerde azaldığı, b* değerinin de arttığı belirlenmiştir. Tüm yoğurt örneklerinin a* değeri ise negatif değer olarak bulunmuştur. Yoğurt örneklerindeki yeşil çay oranı arttıkça toplam fenolik madde değerinde de artış olduğu gözlemlenmiştir.

Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre, depolama süresince yoğurt örneklerinin *Lactobacillus gasseri* sayısı 3,63 ile 6,97 log kob/g arasında değişmektedir. Depolama süresince en yüksek *Lactobacillus gasseri* sayısı depolamanın 1. gününde %2 yeşil çay içeren örnekte belirlenmiştir. Depolamanın 1., 7. ve 21. günlerinde en düşük *Lactobacillus gasseri* sayısı kontrol örneğinde, 14. günde ise %4 yeşil çay içeren örnekte gözlemlenmiştir. Tüm yoğurt örneklerinde *Lactobacillus gasseri* sayıları bakımından depolama günleri arasındaki fark ve tüm depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Depolama süresince yoğurt örneklerinin *Streptococcus thermophilus* sayısı 7,99 ile 9,16 log kob/g arasında değişmektedir. Yoğurt örneklerine ait en düşük *Streptococcus thermophilus* sayısı depolamanın 7. gününde %3 yeşil çay içeren örnekte, en

yüksek *Streptococcus thermophilus* sayısı ise depolamanın 21. gününde kontrol örneğinde belirlenmiştir. Kontrol ve %3 yeşil çay içeren örneklerin *Streptococcus thermophilus* sayıları bakımından depolama günleri arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Depolamanın 1., 7. ve 21. günlerindeki *Streptococcus thermophilus* sayıları bakımından yoğurt örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Reolojik analizler sonucunda en iyi reolojik özelliğin %3 yeşil çay içeren probiyotik yoğurt örneğinde belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin viskozite değerleri 28,41 ile 59,29 (Pa.s) arasında değişmiştir. Yoğurt örneklerine ait en yüksek viskozite değeri depolamanın 1. gününde %2 yeşil çay içeren örnekte, en düşük viskozite değeri ise depolamanın 21. gününde %4 yeşil çay içeren örnekte belirlenmiştir. Tüm yoğurt örneklerinde viskozite değerleri bakımından depolama günleri arasındaki fark ve tüm depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Duyusal analiz sonuçları değerlendirildiğinde, görünüş, renk, koku, kaşıkla kıvam ve ağızda kıvam bakımından yoğurt örnekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($p>0,05$). Tat ve genel kabul edilebilirlik bakımından ise yoğurt örnekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Yoğurt örneklerinin görünüş, renk, tat, koku, kaşıkla kıvam, ağızda kıvam ve genel kabul edilebilirlik puanlarının genellikle yoğurt örneklerindeki yeşil çay oranı arttıkça azaldığı belirlenmiştir.

Mikrobiyolojik analizler sonucunda *Lactobacillus gasseri* sayılarında %2 yeşil çay içeren örnekteki mikroorganizma sayıları depolama süresince probiyotik olarak değerlendirilen mikroorganizma sayısından fazla olduğu belirlenmiştir. %3 yeşil çay içeren örnek depolamanın 1. ve 21. gününde probiyotik özellik gösterirken diğer günlerde bu özelliğini yitirmiştir. %4 yeşil çay içeren örnek ise depolamanın 1. ve 7. gününde probiyotik özellik gösterirken diğer günlerde probiyotik özelliğini yitirmiştir. Kontrol yoğurdunda *Lactobacillus gasseri* sayısı tüm günlerde olması gereken değerlerden az bulunmuştur. Başlangıç mikroorganizma sayıları artırılarak yoğurtların daha uzun süre probiyotik özellik göstermesi sağlanabilir. Bunun için de starter olarak daha fazla sayıda *L. gasseri* ilave edilebilir. Yani eklenen mikroorganizma oranı 1/1 değil de 1,5/1 olabilir. Yapılan analiz sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerine yeşil çay ilavesi ile fenolik madde içeriği yüksek ürünler üretilmiştir. Yeşil çayda bulunan kateşin gibi bileşikler sayesinde yoğurt örneklerinde yeşil çay miktarı arttıkça fenolik madde içeriğinde de artış gözlemlenmiştir. Yapılan duyuusal analiz sonucunda yeşil çaylı örneklerden en çok %2 yeşil çay içeren örnek

beğenilmiştir. Yeşil çay oranı %3 ve %4 olan yoğurtlarda belirgin bir şekilde acı bir tat hissedilmiştir ve bu da duyuşal değerlendirme puanının düşük olmasına neden olmuştur. Yoğurt üretiminde tat açısından %2 veya daha az yeşil çay oranına kadar kullanılabilir. %3 ve üzeri yeşil çay ilave edilerek üretilecek yoğurtlarda yeşil çayın acılığını azaltacak veya yok edecek başka bir gıda ile birlikte kullanılabilir ya da yeşil çayın acılığını azaltacak bir yöntem olup olmadığı konusunda araştırma yapılmalıdır.



KAYNAKLAR

- Akalan, F.E. (2011). *Kaymak altı sütünün değişik oranlarda inek sütü ile karışımından üretilen yoğurtların bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Akan, E., & Kınık, Ö. (2015). Gıda üretimi ve depolanması sırasında probiyotiklerin canlılıklarını etkileyen faktörler. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(2), 155-166. doi: 10.18466/cbujos.83380.
- Aksu, F.Y., Altunatmaz, S.S., & Kahraman, T. (2010). Probiyotik gıdalar ve insan sağlığı üzerindeki etkileri. *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 19, 90-94.
- Amirdivani, S., & Baba, A.S. (2013). Rheological properties and sensory characteristics of green tea yogurt during storage. *Life Science Journal*, 10(12s), 378-390.
- AOAC. (2012). *Official methods of analysis, Association of official analytical chemists 19th edition*, Washington D.C., USA.
- Arakawa, K., Matsunaga, K., Takihiro, S., Moritoki, A., Ryuto, S., Kawai, Y., ... Miyamoto, T. (2015). *Lactobacillus gasseri* requires peptides, not proteins or free amino acids, for growth in milk. *Journal of Dairy Science*, 98(3), 1593-1603. doi: 10.3168/jds.2014-8860.
- Arfaoui, L. (2020). Total polyphenol content and radical scavenging activity of functional yogurt enriched with dates. *Czech Journal of Food Sciences*, 38(5), 287-292. doi: 10.17221/28/2020-CJFS.
- Aron, N.M., Boev, M.G., & Bahrim, G. (2015). Probiotics and therapeutic effect in clinical practice - Review. *Romanian Biotechnological Letters*, 20(1), 10162-10175.
- Arslan, N. (2014). Obezite ile barsak mikrobiyotası ilişkisi ve obezitede prebiyotikler ve probiyotiklerin kullanımı. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 42(2), 148-153.
- Asan-Özüsağlam, M., & Günyaktı, A. (2020a). Characterization of some probiotic properties of *Lactobacillus gasseri* MA-1 from human milk. *Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi C- Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji*, 9(2), 211-218. doi: 10.18036/estubtdc.635397.
- Asan-Özüsağlam, M., & Günyaktı, A. (2020b). Investigation of *Lactobacillus gasseri* ma-2 as probiotic candidate. *Cumhuriyet Science Journal*, 41(1), 228-234. doi: 10.17776/csj.654353.
- Avcı, E. (2010). *Yeşil çay polifenolleri ile süt proteinleri arasındaki etkileşimlerin ve süt ürünlerinde neden olabileceği işlevsel değişimlerin tanımlanması* (Yüksek Lisans Tezi), Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Avonts, L., Uytven, E.V., & Vuyst, L.D. (2004). Cell growth and bacteriocin production of probiotic *Lactobacillus* strains in different media. *International Dairy Journal*, 14(11), 947-955. doi: 10.1016/j.idairyj.2004.04.003.

- Balati, A. (2015). *Meyveli probiyotik fermente süt ieeği retimi* (Yüksek Lisans Tezi), Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Baltova, K., & Dimitrov, Z. (2014). Probiotic and cultural characteristic of strain *Lactobacillus gasserii* 4/13 of human origin. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 28(6), 1084-1088. doi: 10.1080/13102818.2014.974303.
- Benezech, T., & Maingonnat, J.F. (1994). Characterization of the rheological properties of yoghurt- A review. *Journal of Food Engineering*, 21(4), 447-472. doi: 10.1016/0260-8774(94)90066-3.
- Biberoğlu, . (2012). *Geleneksel olarak üretilen yoğurtlardan mayaların izolasyonu ve identifikasyonu* (Doktora Tezi), Atatrk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Borchers, A.T., Selmi, C., Meyers, F.J., Keen, C.L., & Gershwin, M.E. (2009). Probiotics and immunity. *Journal of Gastroenterology*, 44(1), 26-46. doi: 10.1007/s00535-008-2296-0.
- Bulut, M., Tuntrk, Y., & Alwazeer, D. (2021). Effect of fortification of set-type yoghurt with different plant extracts on its physicochemical, rheological, textural and sensory properties during storage. *International Journal of Dairy Technology*, 74(4), 723-736. doi: 10.1111/1471-0307.12803.
- Celik, S., Bakirci, I. (2003). Some properties of yoghurt produced by adding mulberry pekmez (concentrated juice). *International Journal of Dairy Technology*, 56(1), 26-29. doi: 10.1046/j.1471-0307.2003.00070.x.
- Ceyhan, N., & Ali, H. (2012). Bağırsak mikroflorası ve probiyotikler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5(1), 107-113.
- Chatterjee, G., Das, S., Das, R.S., & Das, A.B. (2018). Development of green tea infused chocolate yoghurt and evaluation of its nutritive value and storage stability. *Progress in Nutrition*, 20(1), 237-345. doi: 10.23751/pn.v20i1-S.6081.
- Cho, B.O., Choi, J., Kang, H.J., Che, D.N., Shin, J.Y., Kim, J.S., ... Jang, S.I. (2020). Anti-obesity effects of a mixed extract containing *Platycodon grandiflorum*, *Apium graveolens* and green tea in high-fat-diet-induced obese mice. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 19, 2783-2791. doi: 10.3892/etm.2020.8493.
- Collins, M.D., & Gibson, G.R. (1999). Probiotics, prebiotics, and synbiotics: approaches for modulating the microbial ecology of the gut. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69(5), 1052s-1057s. doi: 10.1093/ajcn/69.5.1052s.
- ağlayan, H. (2018). *Balkabağı ve kuru üzüm ilavesinin probiyotik yoğurtların bazı kalite özellikleri üzerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi), Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, orum.
- akmakı, S., z, E., akıroğlu, K., Polat, A., Gülçin, ., Ilgaz, Ő., Seyyedcheraghi, K., & zhamamı, . (2019). Probiotic shelf life, antioxidant, sensory, physical and chemical properties of yogurts produced with *Lactobacillus acidophilus* and green tea powder. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 25(5), 673-682. doi: 10.9775/kvfd.2018.21598.

- Çayır, M.S. (2007). *Probiyotik kültür kullanılarak üretilen kayısı katkılı yoğurtların bazı özellikleri* (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Damar, R.M. (2018). *Simbiyotik kullanımının bağırsak mikrobiota üzerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi), Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Davulcu, B. (2012). *Haşhaş tohumu ezmesinin reolojik özellikleri* (Yüksek Lisans Tezi), Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Dirican, L.K. (2017). *Probiyotik yoğurdun fizikokimyasal mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri üzerine çam balının etkisi* (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Dönmez, Ö., Mogol, B.A., & Gökmen, V. (2017). Syneresis and rheological behaviors of set yogurt containing green tea and green coffee powders. *Journal of Dairy Science*, 100(2), 901-907. doi: 10.3168/jds.2016-11262.
- Dunne, C., O'Mahony, L., Murphy, L., Thornton, G., Morrissey, D., ... Collins, J.K. (2001). In vitro selection criteria for probiotic bacteria of human origin: correlation with in vivo findings. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 73(2), 386S-392S. doi: 10.1093/ajcn/73.2.386s.
- Durmaz, B. (2019). Bağırsak mikrobiyotası ve obezite ile ilişkisi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 76(3), 353-360. doi: 10.5505/TurkHijyen.2019.50375.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., & Gürbüz, F. (1978). *Research and experiment methods (Statistical Methods II)*, 1021, s. 381. Ankara: Ankara University Agricultural Department Turkey.
- 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.
- Erşan, S. (2011). *Bacillus Indicus HU36'nın yoğurt üretiminde kullanımı ve kalite üzerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Fazilah, N.F., Ariff, A.B., Khayat, M.E., Rios-Solis, L., & Halim, M. (2018). Influence of probiotics, prebiotics, synbiotics and bioactive phytochemicals on the formulation of functional yogurt. *Journal of Functional Foods*, 48, 387-399. doi: 10.1016/j.jff.2018.07.039.
- Fioramonti, J., Theodorou, V., & Bueno, L. (2003). Probiotics: what are they? What are their effects on gut physiology? *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 17(5), 711-724. doi:10.1016/S1521-6918(03)00075-1.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2016). *Probiotics in animal nutrition: Production, impact and regulation*. FAO Animal Production and Health Paper No. 179. Rome: Bajagai, Y.S., Klieve, A.V., Dart, P.J., & Bryden, W.L. Makkar, H.P.S (Ed.).
- Fuller, R. (1989). Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology*, 66, 365-378.

- Giritlioğlu, N. (2020). *Laktik asit fermentasyonunun kapari tomurcuğunun (Capparis spp.) fenolik kompozisyonuna ve antioksidan kapasitesine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi), Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Glibowski, P., Karwowska, M., Latoch, A., Nosowska, K., & Udeh, K.O. (2019). Effect of different tea extracts on the physicochemical and sensory parameters of stirred probiotic yoghurts. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 18(2), 185-193. doi: 10.17306/J.AFS.2019.0653.
- Gökbunar, R., Doğan, A., & Utkuseven, A. (2015). Obezite ile mücadelede bir kamu politikası aracı olarak vergilerin değerlendirilmesi. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 22(2), 581-602.
- Göktepe, Ç.K. (2017). *Tam olgunlaşmadan hasat edilen buğday unu ile zenginleştirilen yoğurdun probiyotik ve prebiyotik özelliklerinin belirlenmesi* (Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Gupta, V., & Garg, R. (2009). Probiotics. *Indian Journal of Medical Microbiology*, 27(3), 202-209. doi: 10.4103/0255-0857.53201.
- Gürel, M. (2006). *Propiyonik asit bakterileri kullanılarak yapılan yoğurtların kalite kriterlerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Hassan, A.N., Ipsen, R., Janzen, T., & Qvist, K.B. (2003). Microstructure and rheology of yogurt made with cultures differing only in their ability to produce exopolysaccharides. *Journal of Dairy Science*, 86(5), 1632-1638. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73748-5.
- Huang, J., Wang, Y., Xie, Z., Zhou, Y., Zhang, Y., & Wan, X. (2014). The anti-obesity effects of green tea in human intervention and basic molecular studies. *European Journal of Clinical Nutrition*, 68, 1075-1087. doi:10.1038/ejcn.2014.143.
- Hubbard, V.S. (2020). Defining overweight and obesity: what are the issues? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72(5), 1067-1068. doi: 10.1093/ajcn/72.5.1067.
- İpar, N. (2012). *Ekzojen obezitesi olan hastalarda total oksidatif stres ve total antioksidan kapasite düzeyleri; probiyotiklerin bu düzeylere etkisi* (Tıpta Uzmanlık Tezi), Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Eskişehir.
- Jeong, C.H., Ryu, H., Zhang, T., Lee, C.H., Seo, H.G., & Han, S.G. (2018). Green tea powder supplementation enhances fermentation and antioxidant activity of set-type yogurt. *Food Science and Biotechnology*, 27(5), 1419-1427. doi: 10.1007/s10068-018-0370-9.
- Kadooka, Y., Sato, M., Imaizumi, K., Ogawa, A., Ikuyama, K., Akai, Y., ... Tsuchida, T. (2010). Regulation of abdominal adiposity by probiotics (*Lactobacillus gasseri* SBT2055) in adults with obese tendencies in a randomized controlled trial. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64, 636-643. doi:10.1038/ejcn.2010.19.
- Kang, J.H., Yun, S.I., & Park, H.O. (2010). Effects of *Lactobacillus gasseri* BNR17 on body weight and adipose tissue mass in diet-induced overweight rats. *The Journal of Microbiology*, 48(5), 712-714. doi: 10.1007/s12275-010-0363-8.

- Kang, J.H., Yun, S.I., Park, M.H., Park, J.H., Jeong, S.Y., & Park, H.O. (2013). Anti-obesity effect of *Lactobacillus gasseri* BNR17 in high-sucrose diet-induced obese mice. *Plos One*, 8(1), 1-8. doi:10.1371/journal.pone.0054617.
- Karabulut, G., & Yemiş, O. (2019). Fenolik bileşiklerin bağlı formları ve biyoyararlığı. *Akademik Gıda*, 17(4), 526-537. doi: 10.24323/akademik-gida.667270.
- Karimi, R., Mortazavian, A.M., & Cruz, A.G.D. (2011). Viability of probiotic microorganisms in cheese during production and storage: a review. *Dairy Science and Technology*, 91(3), 283-308. doi: 10.1007/s13594-011-0005-x.
- Kaur, I.P., Chopra, K., & Saini, A. (2002). Probiotics: potential pharmaceutical applications. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 15, 1-9.
- Kaya, M. (2015). *Sinbiyotik yoğurt üretimi ve reolojik, fonksiyonel ve duysal özelliklerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Khurody, D.N. (t.y.). Augmenting milk supply through toned milk. World Health Organization. s. 695-700. Erişim adresi: [https://web.archive.org/web/20070716034259/http://whqlibdoc.who.int/monograph/WHO_MONO_48_\(p695\).pdf](https://web.archive.org/web/20070716034259/http://whqlibdoc.who.int/monograph/WHO_MONO_48_(p695).pdf).
- Kızılaslan, N., & Solak, İ. (2016). Yoğurt ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 12, (52-59). ISSN: 2146-8168.
- Kundakçı, A., & Ergönül, B. (2006, Mayıs 24-26). Probiyotik gıda nedir? Ne değildir? *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, s. 93-96. Bolu, Türkiye.
- Kunduracı, M. (2019). Ağırlık yönetiminde probiyotiklerin etkisi. Yaman, Ç., & Son, N.E (Eds.), *Beslenme obezite ve toplum sağlığı* içinde (s. 96-113). İstanbul: Güven Plus Grup Danışmanlık A.ř. Yayınları.
- Kuzu, F. (2017). Bağırsak mikrobiyotasının obezite, insülin direnci ve diyabetteki rolü. *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research*, 1, 68-80.
- Labropoulos, A.E., Lopez, A., & Palmer, J.K. (1981). Apparent viscosity of milk and cultured yogurt thermally treated by UHT and vat systems. *Journal of Food Protection*, 44(11), 874-876.
- Lim, E.S. (2017). Effect of green tea supplementation on probiotic potential, physico-chemical, and functional properties of yogurt. *Korean Journal of Microbiology*, 53(2), 103-117. doi: 10.7845/kjm.2017.7035.
- Maharani, S., Sari, N.A., Rahayu, A., Prawira-Atmaja, M.I., & Ana, A. (2020). Physicochemical characteristic of tea infusion yoghurt inoculated with Caspian Sea yoghurt. *Sains Malaysiana*, 49(12), 2951-2961. doi: 10.17576/jsm-2020-4912-07.
- Mahboubi, M. (2019). *Lactobacillus gasseri* as a functional food and its role in obesity. *International Journal of Medical Reviews*, 6(2), 59-64. doi:10.29252/IJMR-060206.
- Maria, P., & Evagelia, S. (2009). Obesity disease. *Health Science Journal*, 3(3), 132-138.

- Marhamatizadeh, M.H., Ehsandoost, E., & Gholami, P. (2013). The influence of green tea (*Camellia sinensis* L.) extract on characteristic of probiotic bacteria in milk and yoghurt during fermentation and refrigerated storage. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 2(17), 599-606.
- Mattila-Sandholm, T., Myllärinen, P., Crittenden, R., Mogensen, G., Fordén, R., & Saarela, M. (2002). Technological challenges for future probiotic foods. *International Dairy Journal*, 12, 173-182. doi: 10.1016/S0958-6946(01)00099-1.
- Mavuş, R., Dolgun, E.C., Akkoç, A.E., & Aktaş, M. (2020). Yoğurt üretiminde kalite kayıpları ve kalite artışına yönelik düzeltici önlemlerin geliştirilmesi. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6(2), 120-128. doi: 10.30855/gmbd.2020.02.04.
- Mikky, S.S., İbrahim, E.M.A., Elbarbary, H.A., & Mohamed, H.A. (2021). Impact of *Lactobacillus gasseri* and its bacteriocin on the quality of drinkable yoghurt. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*, 69(1), 33-42. doi: 10.5455/ajvs.67155.
- Muniandy, P., Shori, A.B., & Baba, A.S. (2016). Influence of green, white and black tea addition on the antioxidant activity of probiotic yogurt during refrigerated storage. *Food Packaging and Shelf Life*, 8, 1-8. doi: 10.1016/j.fpsl.2016.02.002.
- Muniandy, P., Shori, A.B., & Baba, A.S. (2017). Comparison of the effect of green, white and black tea on *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus spp.* in yogurt during refrigerated storage. *Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences*, 22, 26-30. doi: 10.1016/j.jaubas.2015.11.002.
- Mutlu, S.K. (2019). *Akasya gamı ve pektin ilavesinin siyah havuç katkılı probiyotik yoğurtların fonksiyonel ve teknolojik özelliklerine etkisinin araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi), Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Najgebauer-Lejko, D., Sady, M., Grega, T., & Walczycka, M. (2011). The impact of tea supplementation on microflora, pH and antioxidant capacity of yoghurt. *International Dairy Journal*, 21(8), 568-574. doi:10.1016/j.idairyj.2011.03.003.
- Najgebauer-Lejko, D. (2014). Effect of green tea supplementation on the microbiological, antioxidant, and sensory properties of probiotic milks. *Dairy Science & Technology*, 94, 327-339. doi: 10.1007/s13594-014-0165-6.
- Ochanda, S.O., Wanyoko, J.K., Faraj, A.K., Onyango, C.A., & Ruto, H.K. (2015). Effects of tea (*Camellia sinensis*) phytochemicals on the yoghurt cultures (*Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*) during development and storage of tea fortified yoghurts. *Journal of Food Research*, 4(4), 59-73. doi: 10.5539/jfr.v4n4p59.
- Ouwehand, A.C., Kirjavainen, P.V., Shortt, C., & Salminen, S. (1999). Probiotics: mechanisms and established effects. *International Dairy Journal*, 9(1), 43-52. doi: 10.1016/S0958-6946(99)00043-6.
- Ouwehand, A.C., Salminen, S., & Isolauri, E. (2002). Probiotics: an overview of beneficial effects. *Antonie van Leeuwenhoek*, 82, 279-289.

- Ozcan, T., Ozdemir, T., & Avci, H.R. (2021). Survival of *Lactobacillus casei* and functional characteristics of reduced sugar red beetroot yoghurt with natural sugar substitutes. *International Journal of Dairy Technology*, 74(1), 148-160. doi: 10.1111/1471-0307.12741.
- Özdemir, Ü. (2004). *Üretim parametrelerinin ayranın yapısal özelliklerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özden, A. (2013). Probiyotik "Sağlıklı yaşam için yararlı dost bakteriler". *Güncel Gastroenteroloji*, 17(1), 22-38.
- Özer, M., Özyurt, G., & Harsa, Ş.T. (2019). Probiyotik ve prebiyotiklerin bağırsak-beyin aksına etkisi. *Akademik Gıda*, 17(2), 269-280. doi: 10.24323/akademik-gida.613637.
- Parracho, H., McCartney, A.L., & Gibson, G.R. (2007). Probiotics and prebiotics in infant nutrition. *Proceedings of the Nutrition Society*, 66, 405-411. doi: 10.1017/S0029665107005678.
- Prajapati, D.M., Shrigod, N.M., Prajapati, R.J., & Pandit, P.D. (2016). Textural and rheological properties of yoghurt: A review. *Advances in Life Sciences*, 5(13), 5238-5254.
- Rahmani, F., Gandomi, H., Noori, N., Faraki, A., & Farzaneh, M. (2021). Microbial, physiochemical and functional properties of probiotic yogurt containing *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* enriched by green tea aqueous extract. *Food Science & Nutrition*, 1-10. doi: 10.1002/fsn3.2512.
- Rains, T.M., Agarwal, S., & Maki, K.C. (2011). Antiobesity effects of green tea catechins: a mechanistic review. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 22, 1-7. doi: 10.1016/j.jnutbio.2010.06.006.
- Rybka, S., & Kailasapathy, K. (1996). Media for the enumeration of yoghurt bacteria. *International Dairy Journal*, 6(8-9), 839-850. doi: 10.1016/0958-6946(96)00017-9.
- Saad, N., Delattre, C., Urdaci, M., Schmitter, J.M., & Bressollier, P. (2013). An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field. *LWT - Food Science and Technology*, 50(1), 1-16. doi: 10.1016/j.lwt.2012.05.014.
- Saarela, M., Mogensen, G., Fondén R., Mättö, J., & Mattila-Sandholm, T. (2000). Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. *Journal of Biotechnology*, 84, 197-215. doi: 10.1016/S0168-1656(00)00375-8.
- Salminen, S., Ouwehand, A., Benno, Y., & Lee, Y.K. (1999). Probiotics: how should they be defined? *Trends in Food Science & Technology*, 10, 107-110.
- Salminen, S.J., Gueimonde, M., & Isolauri, E. (2005). Probiotics that modify disease risk. *The Journal of Nutrition*, 135(5), 1294-1298. doi: 10.1093/jn/135.5.1294.
- Ścibisz, I., Ziarno, M., & Mitek, M. (2019). Color stability of fruit yogurt during storage. *Journal of Food Science and Technology*, 56(4), 1997-2009. doi: 10.1007/s13197-019-03668-y.

- Selle, K., & Klaenhammer, T.R. (2013). Genomic and phenotypic evidence for probiotic influences of *Lactobacillus gasseri* on human health. *FEMS Microbiology Reviews*, 37(6), 915-935. doi: 10.1111/1574-6976.12021.
- Shalaby, H.S., & Elhassaneen, Y.A. (2021). Functional and health properties of yogurt supplemented with green tea or green coffee extracts and its effect on reducing obesity complications in rats. *Alexandria Science Exchange Journal*, 42(2), 559-571. doi: 10.21608/asejaiqjsae.2021.181848.
- Shashikiran, U., Sudha, V., & Jayaprakash, B. (2004). What is obesity? *Medical Journal of Malaysia*, 59(1), 130-134.
- Shokery, E.S., El-Ziney, M.G., Yossef, A.H., & Mashaly, R.I. (2017). Effect of green tea and moringa leave extracts fortification on the physicochemical, rheological, sensory and antioxidant properties of set-type yoghurt. *Advances in Dairy Research*, 5(2). doi:10.4172/2329-888X.1000179.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- Sirotkin, A.V., & Kolesarova, A. (2021). The anti-obesity and health-promoting effects of tea and coffee. *Physiological Research*, 70 (2), 161-168. doi: 10.33549/physiolres.934674.
- Snydman, D.R. (2008). The safety of probiotics. *Clinical Infectious Diseases*, 46, 104-111. doi: 10.1086/523331.
- Sömer, V.F. (2013). *Dayanıklı yoğurtların mikrobiyolojik, fizikokimyasal özelliklerinin ve biyojen amin içeriklerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Burdur.
- Story, E.N. (2011). *The effects of green tea and epigallocatechin-3-gallate on the growth of probiotic bacteria and LPS-induced inflammation in differentiated human colon cancer (HT-29) cells* (Master of Science), The Graduate Faculty of North Carolina State University, Raleigh, North Carolina.
- Świąder, K., Florowska, A., Konisiewicz, Z., & Chen, Y.P. (2020). Functional tea-infused set yoghurt development by evaluation of sensory quality and textural properties. *Foods*, 9(12): 1848, 1-19. doi:10.3390/foods9121848.
- Şentürk, E., Canberi, H.A., Aktop, S., & Şanlıbaba, P. (2020). Bacillus suşlarının probiyotik potansiyelleri. Halkman, A.K., Akpınar, M., & Kolcuoğlu, G (Ed.), *Türkiye 13. Gıda Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı* içinde (s. 257-267). Ankara: Gıda Teknolojisi Derneği.
- Talay, R., & Erdoğan, Ü. (2018). Fenolik bileşenler ve bağırsak bakterileri arasında karşılıklı etkileşim. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(11), 1562-1568. doi: 10.24925/turjaf.v6i11.1562-1568.1974.
- Tamime, A.Y., Barrantes, E., Sword, A.M. (1996). The effect of starch based fat substitutes on the microstructure of set-style yogurt made from reconstituted skimmed milk powder. *International Journal of Dairy Technology*, 49(1), 1-10. doi: 10.1111/j.1471-0307.1996.tb02612.x.

- Taş, T.K., Duru, D., & Şahin, M.A. (2014). Probiyotik kültür kullanılarak üretilen labnenin kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(7), 240-243. doi: 10.5505/pajes.2014.57070.
- Tedik, S.E. (2017). Fazla kilo / obezitenin önlenmesinde ve sağlıklı yaşamın desteklenmesinde hemşirenin rolü. *Türkiye Diyabet ve Obezite Dergisi*, 2, 54-62. doi: 10.25048/tjdo.2017.9.
- Tosun, F. (2007). *Salebin yoğurdun depolama stabilitesi üzerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Tripathi, M.K., & Giri, S.K. (2014). Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of Functional Foods*, 9, 225-241. doi: 10.1016/j.jff.2014.04.030.
- Tuohy, K.M., Pinart-Gilberga, M., Jones, M., Hoyles, L., McCartney, A.L., & Gibson, G.R. (2007). Survivability of a probiotic *Lactobacillus casei* in the gastrointestinal tract of healthy human volunteers and its impact on the faecal microflora. *Journal of Applied Microbiology*, 102(4), 1026-1032. doi: 10.1111/j.1365-2672.2006.03154.x.
- Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (2009, 16 Şubat). *Resmi Gazete* (Sayı: 27143). Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/02/20090216-8.htm>
- Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği. (2019). *Obezite tanı ve tedavi kılavuzu*. Ankara, Türkiye. ISBN: 978-605-4011-31-5.
- Uymaz, B. (2010). Probiyotikler ve kullanım alanları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1), 95-104.
- Ünal, G., Karagözlü, C., Kınık, Ö., Akan, E., & Akalın, A.S. (2018). Effect of supplementation with green and black tea on microbiological characteristics, antimicrobial and antioxidant activities of drinking yoghurt. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(2), 153-161. doi: 10.15832/ankutbd.446430.
- Wirtz, V.J. (2004). *Update on 2004 background paper, Background paper 6.18 obesity. Priority Medicines for Europe and the World "A Public Health Approach to Innovation*.
- World Health Organization. (t.y.a). *Obesity - overview*. Erişim adresi: https://www.who.int/health-topics/obesity#tab=tab_1.
- World Health Organization. (t.y.b). *Obesity - complications*. Erişim adresi: https://www.who.int/health-topics/obesity#tab=tab_2.
- World Health Organization. (t.y.c). *Obesity - prevention and control*. Erişim adresi: https://www.who.int/health-topics/obesity#tab=tab_3.
- World Health Organization. (2021). *Obesity and overweight*. Erişim adresi: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
- Yaralı, E., & Çetiner, Ş. (2020). İnkübasyon çıkış asitliğinin geleneksel olarak üretilen süzme yoğurtların bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(3), 297-302. doi: 10.32707/ercivet.828819.

- Yıldıran, H. (2017). *Probiyotik özellik gösteren bazı maya suşları ve laktik asit bakterilerinin etkileşimlerinin araştırılması* (Doktora Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Yıldırım, G.E. (2019). *Laktik asit bakterilerine ait bazı suşların obeziteye karşı etkileri* (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Young, R.J., & Huffman, S. (2003). Probiotic use in children. *Journal of Pediatric Health Care*, 17(6), 277-283. doi: 10.1016/mp.2003.52.
- Yurdakök, M. (2013). Yoğurdun öyküsü, probiyotiklerin tarihi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 56, 43-60.
- Zang, L., Shimada, Y., Nakayama, H., Katsuzaki, H., Kim, Y., Chu, D.C., ... Nishimura, N. (2021). Preventive effects of green tea extract against obesity development in zebrafish. *Molecules*, 26(9), 1-14. doi: 10.3390/molecules26092627.
- Zeren, R. (2015). *Yetişkin bireylerin probiyotik besinler hakkında bilgi düzeyi ve tüketim durumlarının belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Zhou, Q.Y., Zhao, S., Huang, Y.Y., Hu, J.S., Kuang, J.H., Liu, D.M., & Brennan, C.S. (2021). *Lactobacillus gasseri* LGZ 1029 in yogurt: rheological behaviour and volatile compound composition. *International Journal of Food Science and Technology*, 56, 2992-3003.